

DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA  
ENSEÑANZA DE CUANTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS Y DE RELACIONES  
EN MEZCLAS HOMOGÉNEAS EN UN CURSO DE ESTEQUIOMETRIA

JOSÉ RAUL LOAIZA MUÑOZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

2011

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	9
1. JUSTIFICACIÓN	12
2. FORMULACION DEL PROBLEMA Y EMISIÓN DE HIPÓTESIS	18
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFCOS	22
4. MARCO TEORICO	23
4.1 DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS.	23
4.2. LA ENSEÑANZA MEDIANTE INVESTIGACIÓN ORIENTADA	29
4.3 UNIDADES DIDÁCTICAS Y PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES.	35
5. DISEÑO METODOLOGICO	42
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	50
6.1 RESULTADOS SEGÚN EL TEST DE LIKERT, INSTRUMENTO UTILIZADO PARA DETERMINAR LA ACTITUD DE LOS ESTUDIANTES FRENTE A LOS CONCEPTOS DE CUANTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS Y DE RELACIONES EN MEZCLAS HOMOGÉNEAS.	50
6.2 RESULTADOS SEGÚN EL INSTRUMENTO UTILIZADO PARA DETERMINAR LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LOS ESTUDIANTES DEL CURSO, FRENTE A LOS CONCEPTOS DE CUANTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS Y DE RELACIONES EN MEZCLAS HOMOGÉNEAS.	61
6.3 EL PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES Y SU APLICACIÓN.	73
6.4 RESULTADOS SEGÚN EL INSTRUMENTO PARA DETERMINAR CAMBIOS EN LOS CONCEPTOS DE LOS ESTUDIANTES DE ESTEQUIOMETRÍA DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.	89
7. CONCLUSIONES	107



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

8. RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFIA	115
ANEXOS	119

## INTRODUCCION

La investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales ha venido consolidando su propio cuerpo teórico como un campo propio de investigación, ante lo cual es procedente realizar la siguiente pregunta: ¿Qué pensamos sobre lo que es y para qué sirve la Didáctica de las Ciencias? Cuestión que también se puede extrapolar hacia las denominadas Didácticas específicas como pueden ser la de las Ciencias Sociales, la de la Lengua, la de las Matemáticas o la de la Filosofía. Es decir, la pregunta es: ¿Qué entendemos por Didáctica de las Ciencias y cuál puede ser su principal finalidad? En algunos ámbitos se sigue discutiendo sobre la existencia de la Didáctica de las Ciencias Experimentales como disciplina científica. Hay opiniones que la consideran un campo de aplicación de la Psicología o de la Pedagogía. Entonces, ¿Qué características debería poseer la Didáctica de las Ciencias para ser considerada como un campo propio de investigación?

Para que la didáctica de las ciencias sea considerada campo propio de investigación, deberá responder satisfactoriamente algunos aspectos como: tener una problemática específica de interés social cuyo estudio no se han planteado las disciplinas ya existentes, la existencia de una comunidad profesional también específica que se plantea aquella problemática como nuevo campo de estudio, que haya un consenso sobre las finalidades de la disciplina y sobre las estrategias y procedimientos aceptados por la comunidad, que existan órganos de expresión específicos cuyo objeto es la comunicación, intercambios y crítica de los resultados obtenidos por los grupos de investigación y que haya un conjunto de líneas de investigación interconectadas superándose la presentación desestructurada de investigaciones puntuales características de períodos pre paradigmáticos. (Mosquera, 2008).

Además de esto, debe tenerse en cuenta que algunas de las razones para que se presente la emergencia de un nuevo campo de conocimientos son: La existencia de una problemática relevante, susceptible de despertar un interés suficiente que justifique los esfuerzos necesarios para su estudio, el fracaso escolar que la educación científica viene generando, acompañado de actitudes pasivas, cuando no de rechazo de la misma ciencia y que la alfabetización científica y tecnológica de todos los ciudadanos ha pasado a constituir una exigencia urgente para un desarrollo no solo futuro sino también inmediato de los países.

Los aspectos anteriormente mencionados se constituyen en el fundamento epistemológico que da soporte a investigaciones en didácticas de las ciencias naturales como la que se presenta en este documento. También cabe mencionar que algunas de las líneas de investigación en didáctica de las ciencias en las que pueden trabajar los profesores y profesoras son: las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, el papel de las concepciones alternativas en el aprendizaje de las ciencias, el papel de las estrategias

científicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, la resolución de problemas de lápiz y papel, la fundamentación teórica de un modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación, las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente, la evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, las actitudes de los alumnos y alumnas hacia la ciencia y su aprendizaje, las investigaciones sobre temáticas transversales en la educación científica tales como Educación Ambiental y Educación para la Salud, relación entre Historia y Epistemología de las Ciencias y enseñanza de conceptos científicos, secuenciación y organización de los contenidos basada en estructuras de enseñanza problematizada, la preparación de programas de actividades para dar al aprendizaje de los estudiantes la orientación de una investigación orientada, la formación del profesorado como cambio didáctico, a partir de las concepciones docentes "espontáneas" y el diseño de programas de formación inicial y permanente del profesorado de ciencias de Educación Secundaria, entre otras (Calatayud, 1990). Estas son algunas de las líneas de investigación en las que se pueden llevar a cabo investigaciones futuras en didáctica de las ciencias y en la presente investigación solo se pretende realizar aproximaciones en el campo de la didáctica de la estequiometría, específicamente en la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, lo cual deja al descubierto los alcances y limitaciones del presente trabajo.

Investigaciones en esta línea están direccionadas a favorecer en los estudiantes cambios conceptuales que les signifique el fortalecimiento de competencias interpretativas, argumentativas y propositivas, enmarcadas en los cambios conceptuales que los estudiantes evidencien a lo largo de la intervención en el desarrollo de la unidad didáctica.

Con esta investigación se pretende aportar a la comunidad de investigadores en la enseñanza de la Química y a los profesores de ciencias, en particular de ciencias químicas, nuevos elementos acerca de la implementación de unidades didácticas apoyadas en una orientación constructivista para la enseñanza de la estequiometría. En otras palabras, se espera fundamentar cómo diseñarlas, cómo desarrollarlas y llevarlas a la práctica en el salón de clases. Para el caso específico de esta investigación, la Unidad Didáctica se orienta a la enseñanza de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira; en tal sentido incluye actividades para identificar en los estudiantes las ideas previas en relación con conceptos fundamentales para la explicación de cuantificación en química y se dispone para facilitar la construcción y aplicación en contextos cotidianos de los estudiantes de estas aproximaciones teóricas, de forma que favorezcan el desarrollo de habilidades de pensamiento para explicar el mundo cotidiano-macroscópico desde una perspectiva microscópica atómico-molecular y el desarrollo de actividades para poner en escena los aprendizajes en diversidad de situaciones.

Esta investigación, por tanto, se perfila como un programa pionero en investigación de este tipo en la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira y en la Facultad de Educación de la misma universidad.

Se espera que a partir de este trabajo investigativo, se promueva la modificación positiva de prácticas docentes de quienes imparten el curso de estequiometría y que esto refleje en los estudiantes un avance significativo en la construcción de conceptos científicos. También se pretende que se disminuya la deserción académica en esta materia y por lo tanto, los índices de deserción de los programas de Tecnología Química y Química Industrial, en la medida que la Unidad Didáctica propuesta se esfuerza por desarrollar actitudes positivas en los estudiantes hacia la ciencia química y hacia el aprendizaje de las ciencias.

Con esta investigación se pretende realizar aproximaciones para subsanar el hecho preocupante de que hay un distanciamiento importante entre las reformas curriculares basadas en los resultados de la investigación y las prácticas educativas del profesorado, es decir, se pretende que los resultados de esta investigación, sean aplicados directamente en el aula de clase con los estudiantes del curso de estequiometría, es decir, aplicar una estrategia que ha resultado fructífera en la apropiación de las nuevas propuestas de reforma curricular y que consiste en implicar al profesorado en la investigación de los problemas que les plantea su actividad docente (Furió, 2009). La dificultad que experimentan los estudiantes a lo largo de todo el curso de estequiometría para comprender significativamente los conceptos fundamentales y necesarios para explicar la química desde el punto de vista de la estequiometría para sustancias y mezclas homogéneas, es una situación frecuente con la que se encuentran los docentes de la Escuela de Química encargados de impartir dicho curso.

En consecuencia, la fundamentación del problema implica que este se oriente desde la siguiente hipótesis: ***¿Un conjunto de programas de actividades consolidadas en una unidad didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría, favorece el cambio en las concepciones, en las actitudes y en las prácticas de quienes aprenden, mejorando el poder explicativo, el lenguaje utilizado, las predisposiciones de las personas y las maneras como las personas ponen en práctica los conocimientos que van aprendiendo?***

Lo anterior para aproximarnos al logro del objetivo central de esta investigación que es ***¿diseñar y aplicar una Unidad Didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría de la escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira?***

## 1. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se fundamenta en las teorías que soportan la Didáctica de las ciencias como una disciplina emergente en relación con diferentes campos del saber. Esta es una disciplina que aun se considera en permanente proceso de diferenciación frente a otras áreas del conocimiento, según se desprende de la lectura realizada a los artículos de investigación publicados por diversos autores y acerca de los cuáles se hace referencia durante este informe (Furió, 1990; Tamayo, 2009). Esto significa que si bien es una disciplina joven en el campo de la educación y en particular de la educación en ciencias, no deja por esto de brindar significativos elementos conceptuales, epistemológicos y metodológicos con base en los cuales se pueden hacer aproximaciones investigativas para aportar al objetivo de hacer enseñable . y aprendible - los conceptos fundamentales de una ciencia natural, en este caso de los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.

Esta investigación se fundamenta en posturas constructivistas de la enseñanza para favorecer el aprendizaje de las ciencias, en particular apoyándose en el modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada (Gil, 1990); este tipo de propuestas hacen parte de una perspectiva que refleja mejor nuestra comprensión del proceso de aprendizaje y de la ciencia como actividad humana (Pozo, 2006). Actualmente están desarrollándose intentos de diseñar el currículum de ciencias en esa dirección, tales intentos contemplan el aprendizaje como una construcción personal y social más que como algo objetivo que se descubre. En este modelo de enseñanza de las ciencias el estudiante es visto como alguien activamente implicado en la construcción de significado, aportando sus concepciones previas a la interpretación de nuevas situaciones. El aprendizaje tiene lugar mediante la interacción de las ideas de los estudiantes con la experiencia y con las ideas de los otros; producto de esta interacción y de un ambiente que propicia la reflexión, la discusión argumentada y el análisis crítico, pueden abrirse espacios para modificar las propias ideas, las cuales se amplían o experimentan cambios más o menos profundos durante el acto educativo. En este contexto, el currículum se asume como un conjunto de situaciones de aprendizaje que lo hacen posible (Furió, 2009).

Este modelo de enseñanza de las ciencias aparece como una alternativa diferente y novedosa al modelo de %descubrimiento+ o centrado en los procesos de la ciencia y al de %repción+de conocimientos (Mosquera, 2008). Este último es el modelo que predomina en la enseñanza de las ciencias y por tanto, en la enseñanza de conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en los cursos de estequiometría de la Universidad Tecnológica de Pereira. La presente investigación puede ser a corto plazo un espacio que favorezca en la comunidad educativa la reflexión acerca del modelo de enseñanza que se está implementando actualmente en los cursos de



estequiometría de modo que como producto se revisen críticamente nuevas alternativas didácticas que inviten al docente a cambiar su modelo de enseñanza por otro más incluyente, que despierte en los estudiantes el interés hacia la ciencia y que permita llegar a aprendizajes a largo plazo y significativos para los estudiantes (Ausubel, 1986).

Si bien es ilógico pensar que los alumnos de forma autónoma e independiente puedan construir todos los conocimientos que tanto tiempo y esfuerzo exigieron de los científicos, debe reconocerse que cuando alguien se incorpora a un equipo de investigadores (como se simula en este modelo), rápidamente puede alcanzar el nivel del resto del equipo, y esto no solamente mediante una transmisión verbal del conocimiento, sino abordando problemas en los que quienes actúan de directores de investigación son expertos, en este caso los docentes (Calatayud et al, 1990). Presentarles a un grupo de estudiantes la misma situación problema para ser resuelta, despierta en ellos un sentido de trabajo cooperativo, en donde ellos mismos buscan la construcción de significados compartidos, a partir de los cuales todo el grupo de trabajo asume la misma visión frente al objeto de estudio, con lo cual se llegan a generar aprendizajes con un alto grado de significatividad, pues los mismos estudiantes identifican el verdadero uso que le puede dar a los conocimientos que van construyendo, al tiempo que aquellos que puedan experimentar procesos de aprendizaje más lentos, sean colaborados por otros pares académicos que hacen parte del mismo grupo de trabajo.

La propuesta de organizar el aprendizaje de los alumnos como una construcción de conocimientos corresponde al modelo de enseñanza de las ciencias mediante una investigación dirigida, organizada en temas de investigación perfectamente conocidos y dominados por el profesor, quien actúa como director de investigaciones y en la que los resultados parciales obtenidos por los alumnos pueden ser reforzados, complementados o confrontados, por los obtenidos por los científicos que les han precedido en el mismo trabajo (aunque con fundamentos epistemológicos diferentes) y cuyos resultados figuran en los textos guía que se utilizan como fundamento teórico de soporte en la enseñanza de determinados conceptos al interior de un curso universitario y en los artículos de investigación reportados en las revistas especializadas.

Este modelo de enseñanza se concreta en un programa-guía de actividades (Gil, 2002; Furió, 2009) que responde al principio de trabajo de investigación dirigida; esta es una forma de aproximarse a un trabajo de investigación en el que constantemente se confrontan los resultados de los distintos equipos y se cuenta con la ayuda de un experto, en este caso el profesor, pues de lo que se trata es de que el estudiante construya su propio conocimiento con la ayuda de aquellos que tienen la autoridad académica y que han recorrido el camino por el cual pretenden llevar al estudiante (Furió y Furió, 2009)

La cuestión de por qué elaborar programas-guía surge a menudo entre quienes, estando de acuerdo con las orientaciones constructivistas, conciben la



construcción de conocimientos como algo más flexible y abierto, menos dirigido por actividades programadas con antelación. Por otra parte, aunque existe el peligro de que un programa se convierta en una camisa de fuerza (en la medida en que las actividades no hayan sido correctamente diseñadas para prever el proceso del trabajo de los alumnos o se considere el programa guía como una carta de navegación única a seguir), siempre debe evitarse la improvisación por parte del profesor, es decir, recaer en la actividad del profesor como repetidor acrítico de conocimientos y de actividades. Así pues, la utilización de los programas-guía está enmarcado en la idea de favorecer un trabajo colectivo estructurando la clase en pequeños grupos que van abordando las sucesivas actividades con lo cual se busca potenciar los intercambios académicos y constructivos entre dichos grupos (Calatayud et al, 1990).

Propuestas de enseñanza como la que aquí se menciona presentan un alto grado de inclusión del estudiante en la construcción del conocimiento científico escolar que se pretende lograr con ellos durante el tiempo que dure la ejecución del programa-guía, de ahí que el estudiante sea un actor imprescindible y se deba buscar propiciarle el mejor y más cómodo escenario para ejecutar el trabajo investigativo, pues, a modo de hipótesis, cuando un alumno se siente apoyado, impulsado e incluido, se interesa por su trabajo y se hacen evidentes avances importantes en su proceso de formación. Esos resultados son el fruto complejo de muchos factores, entre los que destacan las expectativas de su entorno (familia, escuela, comunidad) y las que él mismo adquiere. Por tanto es muy importante que una comunidad educativa (familiares, profesores y alumnos) sean conscientes de que la inmensa mayoría de los alumnos pueden tener éxito en su trabajo escolar y que pueden llegar a resultados exitosos en materia de construir conocimiento científico escolar frente a determinados conceptos, también que está en sus manos crear un clima favorable para que los alumnos adquieran la autoconfianza necesaria y el éxito se produzca, esto catalizado por un clima positivo de trabajo que termina por superar los retrasos y las supuestas incapacidades y limitaciones (Couso, 2005).

Debe entenderse (y conscientemente aceptarse) que cuando los resultados esperados no se producen, cuando la mayoría de los alumnos fracasa, son los profesores, el sistema educativo y toda la sociedad quienes fracasan. Esto invita a establecer un nuevo contrato didáctico implícito entre profesores y estudiantes (Astolfi, 2001), contrato que emerge de la misma forma de adoptar una nueva visión frente al proceso de enseñanza de las ciencias y de responsabilizarse en algún grado por los resultados obtenidos sean o no los esperados. Uno de los puntos importantes para establecer entre profesores y alumnos puede ser reconocer que los resultados de los alumnos de una clase no son atribuibles exclusivamente a esos alumnos sino al trabajo del colectivo de la clase, del que el profesor es parte esencial, dicho de otro modo, la función del profesor no es ser un juez objetivo+que dictamina quien puede aprobar y quién no. Por el contrario, su función principal es la de dirigir e impulsar de forma efectiva el progreso del grupo

de estudiantes que tiene a su cargo. En resumen, la cuestión de las expectativas positivas (de profesor y alumnos) y la voluntad común para lograr el éxito es, como muestran innumerables estudios, fundamental, pero no basta con esto pues otros cambios son necesarios en la forma en que se desarrolla el trabajo en el aula (Furió, 2009).

La mayoría de los profesores, al comenzar a ejercer, pretenden crear en la clase un clima distinto al que vivieron como alumnos, pero casi inevitablemente terminan actuando según el modelo del profesor que más impactó (positivamente) sus vidas durante el período de formación escolar. Esto se puede explicar desde la práctica reiterada que el docente ha vivido durante años viendo actuar a sus propios profesores en el mismo modelo tradicional de siempre (probablemente los profesores de sus profesores también vivieron la misma experiencia). También prima el temor del docente a que se le ~~sa~~ <sup>salga</sup> de las manos+la clase, es decir, el miedo a los alumnos, que son muchos y que suelen ~~ca~~ <sup>enseñarse</sup> con quienes muestran debilidad (Mosquera, 2008). Por unas u otras razones, el docente termina explicando junto al tablero y reclamando de los alumnos simplemente atención a sus explicaciones. Estudios realizados acerca del tipo de actividades desarrolladas en clase (Calatayud, 1990), muestran que la mayor parte del tiempo se destina a que el profesor hable y los alumnos escuchen, esto interrumpido con algunas preguntas que el profesor hace (a veces sin esperar la respuesta) y, paradójicamente, con peticiones de aclaraciones por parte de los alumnos. En conclusión: la clase se convierte en un lugar para la actuación casi exclusiva del profesor, mientras los alumnos atienden en silencio. Y si al cabo de un tiempo los alumnos se cansan de escuchar, el profesor reclama atención, exige silencio y pide que se le escuche. De ahí que las expresiones más escuchadas en el salón sean aquellas en las que el profesor reclama silencio y atención (Gil, 1990).

Entonces la pregunta que nace desde este trabajo investigativo es ¿qué cosa puede hacerse . si es que hay otras cosas posibles- para mejorar esto? ¿Puede pensarse que los alumnos puedan aprender si no es rigurosamente adherido a las explicaciones del profesor? ¿Deben considerarse opciones de enseñanza distintas a aquellas establecidas en el modelo educativo desde hace ya algunas generaciones? ¿Es prudente, para con la historia, considerar que es momento de atreverse a pensar nuevas formas de enseñar las ciencias, aunque tal hecho signifique insinuarle a la misma historia que debe buscarse nuevos caminos por los cuáles debe ser reescrita? Estas preguntas no dejan de tener su doble trascendencia, puesto que lo que resulta un hecho reiteradamente comprobado es que con una enseñanza expositiva, la mayoría de los alumnos no aprenden ciencias. ¿Entonces qué camino le queda a la enseñanza de las ciencias?, ¿Qué aportes significativos puede hacer la didáctica de las ciencias para ayudar a resolver este interrogante? Las investigaciones realizadas en las últimas décadas en torno a cómo conseguir que los alumnos aprendan ciencias, señalan la necesidad de que participen en la construcción de los conocimientos científicos en vez de limitarse a ser receptores de conocimientos ya elaborados, transmitidos por

el profesor o el libro. ¿Y esto cómo puede lograrse? ¿Tienen sentido suponer que los alumnos, por sí solos, pueden construir todos los conocimientos que tanto tiempo y esfuerzo exigieron de los más relevantes científicos? (Gil, 1990). Evidentemente no se trata de hacer creer a los alumnos que son pequeños genios o superdotados y que por sí solos van a construir conocimientos complejos que la humanidad ha tardado siglos en alcanzar. Pero tampoco es cierto que sean simples recipientes vacíos en donde el profesor deba depositar los conocimientos necesarios para llenarlos. Esta es la razón por la cual se hace necesario abordar la enseñanza de los estudiantes desde visiones constructivistas y en donde ellos sean parte fundamental de sus propios procesos de aprendizaje, organizando el momento de encuentro académico como pequeños grupos de investigación y motivándolos a resolver las dudas y dificultades frente a las que se verán enfrentados en el camino de lograr aprender, tomando como punto de partida sus propias ideas e intuiciones e impulsándolos a desarrollar una labor creativa con la ayuda de expertos (en este caso, del profesor). Podrá encontrarse que no sólo se aprende mucho más, sino que se adquiere una mejor visión de lo que es el trabajo científico y un interés por la ciencia que la enseñanza ordinaria no puede proporcionar (Calatayud, et al, 1990)

Este proyecto de investigación se convierte en una propuesta novedosa, que busca cambiar la manera tradicional de enseñar conceptos básicos de la química y específicamente de la estequiometría, que invita a los docentes a considerar de forma seria los resultados que en materia de investigación en didáctica de las ciencias naturales se ha venido produciendo en los últimos años, para orientar la enseñanza de los cursos de Química y Estequiometría en los diferentes programas. Esta propuesta invita a la comunidad docente encargada de impartir las clases de ciencias naturales en la Universidad Tecnológica de Pereira a considerar de forma seria los resultados de las investigaciones en didáctica de las ciencias en el contexto nacional y regional porque en la literatura se encuentra que se vienen presentando aproximaciones importantes frente a investigaciones en didáctica de las ciencias.

En este sentido, esta propuesta investigativa invita a inculcar en los propios docentes la formación de un profesor que también sea investigador en didáctica de las ciencias, lo cual es muy importante no solamente para su formación personal, sino porque después esta persona podría ser orientadora o estimuladora de otros profesores de ciencias para que oriente su trabajo desde otra perspectiva innovadora y, más importante además, porque se le estará dando a los estudiantes una posibilidad de aprender de manera diferente las ciencias, que no sea solamente que aprendan bien los conceptos, sino que además generen actitudes positivas hacia las ciencias y puedan poner en práctica lo que saben, desarrollando un auténtico espíritu científico el cual se evidenciará en los estudiantes según su saber, su saber hacer y su hacer consecuentemente con el conocimiento científico.

Así se fundamenta la importancia de brindarle a la comunidad educativa una herramienta didáctica que le facilite la generación de cambios conceptuales durante el proceso de formación en los temas de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas y que además genere en los estudiantes un grado de motivación y disposición para tomar acciones que les ayude en la consolidación de aprendizajes significativos, duraderos y a largo plazo. Durante el desarrollo y ejecución de este trabajo investigativo consolidado en una unidad didáctica o programa-guía de trabajo, se ha tenido en cuenta que los estudiantes deben trabajar por equipos de máximo tres integrantes para facilitar procesos de aprendizaje colaborativo y de construcción de significados compartidos, que la evaluación de los procesos de enseñanza y aprendizaje debe hacerse a lo largo de todo el proceso de desarrollo de la unidad didáctica y no de forma discontinua, es decir, esta significa una herramienta para identificar las necesidades que cada estudiante debe superar para avanzar en su proceso de formación, que se pretende incluir al estudiantado en un modelo de enseñanza apoyado en la resolución de problemas, donde los estudiantes intentan explicar situaciones de la vida cotidiana con los conocimientos científicos escolares elaborados por los propios estudiantes, es decir, no necesariamente tienen que recitar la teoría de forma memorística, sino que la idea es que se apropien de unos conocimientos y los utilicen para explicar situaciones de la vida cotidiana y además, tengan la posibilidad de contrastarlos y ponerlos en comparación con los conocimientos científicos que aparecen en los libros de texto para que intenten mirar hasta qué punto su propia producción tiene, de alguna manera un efecto importante en su propio proceso de formación.

Esta unidad didáctica surge como respuesta a la necesidad de los diferentes actores del proceso educativo en cuanto a elementos que les ayude a acercarse confiadamente al conocimiento de algunos de los temas abordados durante un curso de estequiometría en la Universidad Tecnológica de Pereira y es una exploración desde la perspectiva de la didáctica contemporánea, fundamentada en posturas constructivistas para favorecer el aprendizaje de las ciencias, en particular apoyándose en el modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada, para tratar de lograr que los estudiantes de los programas de Tecnología Química y Química Industrial, aprendan conceptos como el de cuantificación de sustancias y el de relaciones en mezclas homogéneas.

## 2. FORMULACION DEL PROBLEMA Y EMISIÓN DE HIPÓTESIS

La dificultad que experimentan los estudiantes a lo largo de todo el curso de estequiometría para comprender significativamente los conceptos fundamentales y necesarios para explicar la química desde el punto de vista de la estequiometría para sustancias y mezclas homogéneas, es una situación frecuente con la que se encuentran los docentes de la Escuela de Química encargados de impartir la materia en mención.

Por otra parte, es evidente que la relación teoría-práctica, aun se mira desde un punto de vista marcadamente positivista, esto es, prácticas de laboratorio como espacios de corroboración y de confirmación de lo abordado en clases de teoría, sin embargo, la epistemología contemporánea del conocimiento científico y las investigaciones contemporáneas en enseñanza de las ciencias, concretamente en didáctica de las ciencias experimentales, es decir, aquellas que se fundamentan en posturas constructivistas para favorecer el aprendizaje de las ciencias, en particular aquellas que se apoyan en el modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada, vienen mostrando que la relación teoría-práctica ha de verse como un continuo de un proceso de investigación, el cual lo desarrollan tanto comunidades académicas especializadas, cuando adelantan sus productos de investigación, como lo que debiera ser el aprendizaje en el aula de clase, entendido como un espacio de resolución de pequeños problemas de investigación (Mosquera, 2008). En tal sentido, se busca una unidad didáctica que favorezca, no solamente cambios conceptuales en torno a conceptos fundamentales de la estequiometría, sino que al mismo tiempo favorezca predisponer positivamente a los estudiantes hacia la ciencia, su aprendizaje y las aplicaciones de la estequiometría en el mundo cotidiano, para lo cual es necesario que los estudiantes estén en capacidad de plantearse hipótesis fundamentadas a partir de los conocimientos disponibles, desarrollar conceptos novedosos en su estructura mental y ponerlos en práctica a través del diseño de prácticas experimentales o a través de la puesta en evidencia de las teorías en aspectos de la vida cotidiana. En tal sentido, el problema de investigación se presenta mediante el siguiente interrogante: ***¿cuáles son las características de una unidad didáctica que, fundamentada en la investigación contemporánea en didáctica de las ciencias experimentales, específicamente en posturas constructivistas para favorecer el aprendizaje de las ciencias -en particular apoyándose en el modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada- favorece el aprendizaje de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en los estudiantes de Tecnología Química y Química Industrial, entendidos como cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales?***

En consecuencia, la fundamentación del problema implica que este se oriente desde la siguiente hipótesis: ***un programa de actividades desarrollado en una***



***unidad didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría, aplicado con estudiantes universitarios de Química, favorece el cambio en concepciones científicas, en actitudes hacia la ciencia y en prácticas cotidianas de quienes aprenden, mejorando el poder explicativo, el lenguaje utilizado, las predisposiciones de las personas y las maneras como las personas ponen en práctica los conocimientos que van aprendiendo.***

Con el programa-guía de trabajo se pretende lograr que el estudiante vaya cambiando él mismo y de forma consciente sus concepciones teóricas hacia la noción de sustancia pura y de mezclas homogéneas, así como también se pretende que el estudiante construya una noción clara acerca de la forma de cuantificar dichas sustancias y de cuantificar las relaciones entre ellas. También se busca que los estudiantes, libre y conscientemente, vayan cambiando sus actitudes frente a la ciencia, sus métodos, la forma de indagar e investigar, que se inicien en la forma de trabajo colaborativo que se debe presentar entre quienes trabajan en la resolución de problemas, la forma de informar a la comunidad el resultado del trabajo de equipo en el laboratorio, la forma cuidadosa de obtener resultados, de analizarlos y de interpretarlos, y en términos generales, sus prácticas y procedimientos al intentar resolver problemas, en ciencias naturales.

En un sentido más amplio, lo que se pretende es lograr que el estudiante llegue a consolidar aprendizajes significativos y aprendizajes relevantes, que aprendan significativamente y que sean capaces de aplicar en diferentes contextos o situaciones lo que están aprendiendo y que puedan llegar a explicar cualquier situación con lo que han aprendido, es decir, que el estudiante pueda proponer una estrategia para resolver una situación problema, apoyado en el conocimiento que ha construido.

De manera tal que para garantizar que el problema de investigación sea resuelto por el presente trabajo investigativo, en el mismo se ha propuesto diseñar y aplicar una Unidad Didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría de la escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira. La unidad didáctica para la enseñanza de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría de la escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira, tiene como objetivo fundamental lograr aprendizajes significativos y a largo plazo en los estudiantes del curso, además de convertirse en una experiencia novedosa en la enseñanza de la estequiometría, pues hasta el momento este tipo de propuestas no se han hecho presente en la Universidad.

La unidad didáctica se desarrolla mediante una serie actividades que el estudiante debe ir desarrollando por su cuenta, supervisado por el docente encargado de la materia y en algunos momentos se realizan trabajo de tipo grupal en donde los

subgrupos de trabajo son de máximo tres integrantes. Como toda propuesta de este tipo inicialmente se presentan actividades que buscan introducir al estudiante en el tema general de la unidad didáctica, a través de la formulación de un problema, el cual se convierte en hilo conductor y es en el intento por solucionarlo donde finalmente el estudiante se da cuenta de la necesidad de abordar los contenidos. Las actividades iniciales también buscan activar los conocimientos previos de los estudiantes y despertar su interés por los contenidos de la unidad didáctica, las lecturas invitan a desarrollar el tema de la unidad y permiten explorar los conocimientos previos y detectar aquellas ideas erróneas derivadas de la experiencia cotidiana, sobre los conceptos del tema.

En las actividades siguientes o de desarrollo, se traen a colación los conceptos necesarios para avanzar en la solución del problema, a la vez que se van desarrollando en los estudiantes competencias de tipo actitudinales, conceptuales y procedimentales. También se incluyen actividades prácticas de tipo grupal con las que se pretende que los estudiantes logren una mejor comprensión de los contenidos, los profundicen y los apliquen en la solución de situaciones problema de la vida cotidiana. Cuando se plantean actividades de tipo teórico y práctico, se espera que los estudiantes conformen grupos de trabajo de máximo tres estudiantes para ejecutar el trabajo en el laboratorio. Las actividades propuestas buscan motivar en los estudiantes cambios conceptuales en los ejes interpretativo, argumentativo y propositivo. Al final de cada sesión de trabajo práctico, se proponen una serie de actividades complementarias a cada uno de los temas trabajados durante cada una de las sesiones que se realizaron en el laboratorio, para que sean resueltos en los mismos grupos de trabajo (Sanmartí, 2005).

Las actividades complementarias se plantean en una serie de actividades para que los estudiantes los resuelvan a manera de trabajo en casa. Estas actividades se enfocarán a mostrar la aplicación de los temas y conceptos tratados a lo largo de la unidad didáctica en diferentes campos de la actividad humana cotidiana. En estas actividades se propondrá a los estudiantes talleres interactivos en algunas páginas web, de forma tal que se facilite la integración de nuevas tecnologías como la internet a la enseñanza de la química, la cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas, al tiempo que ayudan de una forma dinámica y novedosa a ampliar y afianzar los conceptos expuestos a lo largo de la unidad didáctica. Algunas de las actividades planteadas motivarán al estudiante para que realice una integración amable y didáctica de las tecnologías de la información y la comunicación con el desarrollo de temas como cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.

Eventualmente se realizan actividades en grupos de trabajo y se sugiere que estos grupos de trabajo no superen los tres integrantes, para facilitar así la generación de aprendizaje colaborativo. También se proponen actividades encaminadas a fortalecer el trabajo grupal e individual, así como la realización de consultas bibliográficas que ampliarán el panorama conceptual del estudiante, pues es él



mismo quien decide la profundidad y la extensión de su consulta bibliográfica y así tratar de evitar mostrarles límites conceptuales a los estudiantes mientras realizan sus consultas. Debe tenerse especial cuidado con exagerar y saturar al estudiante con el tipo y el número de actividades propuestas, cada docente decidirá la magnitud y la extensión de las actividades que se le formularán al estudiante con miras a alcanzar los objetivos de aprendizaje.

También se espera que en el proceso de diseñar y aplicar la unidad didáctica para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de estequiometría, se logre identificar en los estudiantes las ideas previas en relación con conceptos fundamentales para la explicación de cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas y facilitar la construcción y aplicación, en contextos cotidianos de los estudiantes, de los conceptos fundamentales para el estudio de mezclas homogéneas y cuantificación de relaciones en sustancias, de forma que permitan el desarrollo de habilidades de pensamiento para explicar el mundo cotidiano-macroscópico desde una perspectiva microscópica atómico-molecular.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y aplicar una Unidad Didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría de la escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar en los estudiantes las ideas previas en relación con conceptos fundamentales para la explicación de cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas.

Facilitar la construcción y aplicación en contextos cotidianos de los estudiantes, de los conceptos fundamentales para el estudio de mezclas homogéneas y cuantificación de relaciones en sustancias, de forma que permitan cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales para explicar el mundo cotidiano-macroscópico desde una perspectiva microscópica atómico-molecular.

#### 4. MARCO TEORICO

La presente investigación se fundamenta en las teorías que soportan la Didáctica de las ciencias como una disciplina emergente en relación con diferentes campos del saber. Esta es una disciplina que aun se considera en permanente proceso de diferenciación frente a otras áreas del conocimiento, según se desprende de la lectura realizada a los artículos de investigación publicados por diversos autores, acerca de los cuáles se hace referencia durante este marco teórico.

También se fundamenta esta investigación en posturas constructivistas para favorecer el aprendizaje de las ciencias, en particular apoyándose en el modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada.

De esta manera, este marco teórico se esfuerza en soportar en estos dos pilares la presente investigación que se enmarca como una investigación en la didáctica de las ciencias.

##### 4.1 DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS.

Realizar investigaciones en didáctica de las ciencias implica tener presente que durante la realización de la misma, son varias las ciencias que de alguna forma hacen aportes para el desarrollo de un proyecto investigativo (Epistemología de las ciencias, historia de las ciencias, ciencias cognitivas, la pedagogía y la sociología de las ciencias), es decir, que la didáctica de las ciencias naturales no se presenta como un único campo del saber, autosuficiente en su totalidad, sino que se nutre de otros campos del saber desde los cuáles toma elementos que le faciliten su construcción y correcto análisis interpretativo de diferentes problemas de investigación. Citando a Tamayo (2009) y Mosquera (2008), la didáctica de las ciencias ha venido perfilándose como una disciplina emergente y como un campo específico de investigación.

La enseñanza tradicional de las ciencias naturales es el modelo actual que predomina en la enseñanza de los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, en los cursos de estequiometría de la Universidad Tecnológica de Pereira. En diálogo con los docentes encargados de impartir esta asignatura se identifica que ellos enseñan de la forma en que ellos fueron enseñados (lo cual algunas veces reportan buenos resultados, otras no) y en ocasiones buscan innovar en su labor docente incluyendo modificaciones de forma, pero al final, ajustándose a los parámetros que se exige para dar cumplimiento a la totalidad del compendio temático del curso en un lapso de tiempo establecido de diez y seis semanas calendario. Investigaciones como estas pretenden invitar a la comunidad educativa a reflexionar acerca del modelo de enseñanza que se está implementando actualmente en los cursos de estequiometría y a brindarles alternativas pedagógicas que inviten al docente a cambiar su modelo de enseñanza por otro más incluyente, que despierte en los

estudiantes el interés hacia la ciencia y que permita llegar a aprendizajes a largo plazo y significativos para los estudiantes.

¿Cómo lograr aprendizajes significativos, duraderos y a largo plazo en los estudiantes de los cursos de Estequiometría de la Universidad Tecnológica de Pereira? Esta es una de las preguntas que mas ocupa la mente de especialistas en enseñanza de las ciencias y de investigadores en diversas aéreas del conocimiento y en diferentes latitudes del planeta. La respuesta a este interrogante parece estar inmersa en los resultados de las investigaciones que se realizan en diferentes campos del saber y que pretenden aportarle a la sociedad del conocimiento algunas luces que le permita dilucidar la ruta por donde es más probable encontrar la respuesta. En la actualidad es claro que la didáctica de las ciencias se considera como un campo del saber con un objeto de estudio definido y un referente teórico-metodológico en proceso de consolidación y en el que el aporte de otros campos del saber es altamente significativo. (Tamayo, 2009).

El problema central que se plantea la didáctica de las ciencias es cómo enseñar ciencias significativamente. Para ello debe describir, analizar y comprender los problemas más significativos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, diseñar y experimentar modelos que ofrezcan posibles soluciones a la problemática educativa, (Tamayo, 2009).

La Didáctica de las ciencias halla en la enseñanza de la estequiometría un escenario propicio para llevar a cabo investigaciones en torno a la problemática que actualmente se presenta en la enseñanza de la misma y específicamente en la enseñanza de las unidades de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. En el sentido de ayudarle a la química a resolver sus problemas frente a la didáctica de la estequiometría y de los conceptos específicos antes mencionados, la didáctica de las ciencias debe procurar investigaciones que consideren las concepciones de los estudiantes de estequiometría frente a los conceptos antes mencionados, los preconceptos que ellos tengan frente a las unidades físicas y químicas de cuantificación de sustancias, pues la mayoría de ellos han tenido acercamientos con dichas unidades en algún momento de su formación académica pre universitaria. Dichas investigaciones también deben considerar el contexto educativo en el que se desenvuelven los estudiantes y docentes de la escuela de química de la Universidad Tecnológica de Pereira y la dimensión social del aprendizaje; los derechos y deberes con los que se responsabilizan los estudiantes después de haber adquirido el conocimiento que se les haya impartido, pues los objetivos de formación de los programas allí ofertados, obedecen al perfil profesional que quiere imprimirse en los egresados de los programas de Tecnología Química y Química Industrial. El lenguaje utilizado durante las sesiones académicas con los estudiantes y la utilización del mismo como una evidencia del cambio conceptual durante el proceso de enseñanza, también debe ser tenido en cuenta al momento de abordar investigaciones futuras en el campo de la didáctica de la química y

específicamente de la estequiometría. En este sentido es de gran importancia tener en cuenta los aportes de Sanmartí (2005), quien plantea que las didácticas específicas no son disciplinas que puedan prescribir cómo enseñar, sino más bien que, al menos en la situación actual de los conocimientos, sólo pueden pronunciarse sobre lo que *no* debería suceder en el aula. Así, constituyen marcos orientadores que pueden proporcionarnos criterios adecuados para guiar nuestra práctica.

En este sentido, la enseñanza de la estequiometría dentro de los programas de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira, se constituye como un escenario fértil sobre el cual la didáctica de las ciencias encuentra suficientes elementos para actuar. La didáctica de las ciencias naturales está llamada a brindarle a la enseñanza de la estequiometría nuevas alternativas para generar en los estudiantes aprendizajes significativos y de largo plazo, duraderos y que sea de especial estima a los estudiantes de estos cursos, pues de un correcto aprendizaje de los conceptos impartidos en este curso, depende el éxito en los diferentes tratamientos matemáticos que los estudiantes realicen durante la ejecución de sus prácticas de laboratorio.

En entrevista con el investigador Carlos Javier Mosquera Suarez y haciendo alusión al tema de la didáctica de las ciencias experimentales dice:

La Didáctica de las Ciencias, como cualquier otro campo de conocimiento, no se produce y se consolida en forma aislada. Requiere del aporte de los resultados de otros campos de conocimiento, de manera que la Didáctica de las Ciencias adquiere la forma de una *ciencia auxiliada* que se nutre de *ciencias auxiliares*. De acuerdo con nuestras investigaciones, las principales *ciencias auxiliares* en las que nos basamos para elaborar conocimientos en didáctica de las ciencias y para llevarlos a la práctica son:

- La epistemología de las ciencias, para comprender formas alternativas de producción, validación, aceptación o rechazo y desarrollo de conocimientos científicos. Ella misma nos ayuda a comprender qué entendemos por comunidad científica y cómo es que las personas (hombres y mujeres) dedicadas al conocimiento científico desarrollan sus ideas, las comunican, las defienden, deciden en momentos cambiar ideas (propias o ajenas), las ponen en práctica y procuran finalmente entablar relaciones entre los nuevos resultados y la vida diaria de las personas.
- La historia de las ciencias, porque nos ayuda a comprender no sólo los *¿qué?* de los conocimientos científicos sino también y principalmente los *¿cómo?*; así tenemos una mejor idea de la manera como se desarrolla el conocimiento científico, de las *¿muchas?* que han tenido que dar muchas personas por impulsar sus ideas y en ocasiones, por demostrar la necesidad de cambiar

ideas predecesoras (sean éstas ideas cotidianas o ideas científicas, es decir, ideas con mayor nivel de elaboración).

- Las ciencias cognitivas, para comprender cómo razonamos y cómo consolidamos ideas, conocimientos, actitudes, valores y esquemas de acción las personas.
- La pedagogía, porque al fin de cuentas, reflexionar y actuar sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, es una manera de educación de las personas. De hecho sabemos que hay muchas otras expresiones de conocimientos diferentes a las científicas, pero también sabemos que en parte, con mayor razón en un mundo cada vez más permeado por acelerados cambios en la ciencia y en la tecnología y que impactan en nuestras vidas cotidianas, se hace necesario asumir posturas críticas y elaborar explicaciones fundamentadas en conocimientos científicos autónomamente elaborados pero debidamente fundamentados sobre diversas situaciones del mundo físico y social.
- La sociología de las ciencias, porque sabemos que no hay un sola ciencia sino muchas ciencias. Diferentes culturas elaboran conocimientos a su manera con la intención de resolver sus problemas locales y muchos de esos conocimientos han ido consolidándose hasta alcanzar niveles de aceptación universal. El encuentro de esas diversas clases de conocimientos, así como el logro de explicaciones sobre las relaciones (que son mucho más fuertes de lo que muchas veces creemos) entre conocimientos cotidianos y conocimientos científicos, son objeto de estudio de la sociología de las ciencias que hoy en día se preocupa mucho por cosas como ~~%~~ciencias e interculturalidad+.

Frente al mismo objeto de análisis, Tamayo (2009), afirma que en la actualidad es claro que la didáctica de las ciencias se considera como un campo del saber con un objeto de estudio definido y un referente teórico-metodológico en proceso de consolidación y en el que el aporte de otros campos del saber es altamente significativo.

Así, debe tenerse en cuenta que son muchos los factores que se conjugan en la labor de la práctica educativa que no se pueden abordar durante esta investigación en su totalidad, y debe dejarse la puerta abierta para futuras investigaciones en la didáctica de las ciencias, específicamente en la didáctica de la estequiometría. La diversidad de los factores que se conjugan al momento de realizar un encuentro académico con los estudiantes de estequiometría, ya sea en el salón de clase o en un espacio como el laboratorio de química, representan en esta investigación una exigencia implícita, adicional a la planteada en los objetivos de la misma, pues durante el trabajo académico con los estudiantes se



debe prestar atención a las diversas formas de exhibir la construcción de conocimiento científico escolar.

Es necesario recordar que existen aspectos que pueden influenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estequiometría y que deberán ser abordados en investigaciones futuras, estos aspectos pueden ser académicos, emotivos, sociales, tecnológicos y culturales entre otros.

Lograr aportes significativos al desarrollo de la didáctica de las ciencias naturales y específicamente en su aplicación a los procesos de enseñanza del tema de cuantificación de sustancias en un curso de estequiometría, requiere conocer ampliamente lo que sucede al interior del aula de clase durante la ejecución de estos temas, de las relaciones que se establecen entre los estudiantes, el profesor, el conocimiento y la realidad de la vida cotidiana que rodea a los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje de estos conceptos. Así lo expresa Tamayo, 2009, en un sentido más amplio la didáctica busca explicar, comprender y transformar la realidad del aula, para lo cual se requiere conocer con profundidad lo que en ella sucede así como saber establecer relaciones significativas entre los diseños curriculares de orden local y nacional, con la realidad del aula.

Son variadas las actividades consolidadas en el programa guía de actividades (con comentarios para el docente) a lo largo del desarrollo de esta investigación y que apuntan a preguntar al estudiante por el tipo de relaciones alumno-saber específico, que se van consolidando durante la enseñanza de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, y muchas veces el estudiante dará evidencia de ellas a través de procedimientos matemáticos y otras veces a través de explicaciones textuales, así como también deberá interactuar con los compañeros de sus grupos para dar explicaciones lógicas y coherentes a diferentes fenómenos. Esto nos ubica dentro de la óptica de tener especial cuidado con el tipo de lenguaje que se utiliza durante estos momentos de intercambio comunicativo para expresar las ideas que dan cuenta de la forma, de qué y del cómo se han aprendido los conceptos, de aquí que se deba motivar la actividad reflexiva de los alumnos y concebir el lenguaje como un instrumento para poner a prueba nuestras ideas, para predecir de alguna manera lo que va a suceder y para interpretar y dar sentido a las diferentes situaciones en las que participan los estudiantes, (Tamayo, 2009).

En la búsqueda de lograr diseñar y aplicar una unidad didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de estequiometría de la escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira, debe prestarse especial atención al diagnóstico del grupo con el que se lleva a cabo la investigación, pues al interior del mismo pueden conjugarse tal variedad de situaciones propias de un grupo heterogéneo. Tales situaciones pueden empezar a presentarse desde el



momento en que se identifiquen los preconceptos o ideas previas que tengan los estudiantes acerca de los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas; aquí es importante reconocer que algunos de los estudiantes del grupo de investigación pueden tener unos preconceptos bien fundamentados y para quienes los mismos se han ido consolidando en un grado importante al interior de su estructura cognoscitiva, a partir del significado que han encontrado para dichos conceptos en el momento en que los han podido utilizar para explicar satisfactoriamente fenómenos de la vida cotidiana. Generar situaciones como estas, en donde los estudiantes experimenten la profunda satisfacción de aplicar el conocimiento científico escolar construido durante los encuentros académicos para resolver problemas o explicar fenómenos de la vida cotidiana, es en gran medida una de las situaciones que se busca generar con la aplicación de la unidad didáctica que se concreta en el programa guía de actividades con comentarios para el docente, esto es lo que el profesor Tamayo llama actividad dinamizadora de la evolución cognoscitiva del alumno.

Así pues es importante hacer una aproximación lo más cerca posible de la realidad que muestra el grupo, de sus ansiedades frente al curso y los conceptos que se tratan en la presente investigación, desconfianzas, expectativas y hasta temores que puedan enfrentar los estudiantes antes de iniciar el desarrollo del programa guía de actividades, pues este diagnóstico será el que indique cual es la realidad del aula de clases, de las interacciones que se presentan el interior, de los verdaderos objetivos que persiguen los estudiantes al inscribirse en el curso de estequiometría y cuáles son las expectativas que traen frente a lo que significará el curso en la formación para sus vidas laborales y académicas. Es aquí donde se reconoce el fundamento que la didáctica brinda durante el desarrollo de esta investigación, pues con ayuda de la misma se pretende comprender, intentar explicar y a futuro transformar la realidad del aula del clases siendo consciente de la amplia gama de interrelaciones que se presentan al interior de la misma, para esto es necesario conocer este tipo de interrelaciones con amplia profundidad, pues solo haciendo una radiografía profunda del grupo de investigación y conociendo a profundidad la realidad del mismo, se pueden llevar a cabo propuestas que no sean de rechazo o apatía por parte de los estudiantes y que por el contrario se establezcan relaciones con un alto grado de significancia para la formación académica de los estudiantes.

Estas relaciones deben ser propicias entre las propuestas, la realidad de los estudiantes (sus intereses, metas y anhelos para sus vidas) y las realidades socio culturales en las cuáles se desenvuelven los mismos. Estas realidades están matizadas por el contexto social, cultural, académico y hasta por los intereses que persiguen las instituciones de educación, como las universidades, pues con sus programas curriculares buscan generar en los estudiantes perfiles académicos y profesionales. Esto también es función de la didáctica de las ciencias naturales. (Tamayo, 2009).

En concordancia con esto, se acude en esta investigación a una de las funciones importantes de la didáctica, la cual consiste en proporcionar criterios que ayuden a seleccionar los conocimientos a enseñar, deben ser conocimientos orientados hacia actividades significativas para los estudiantes porque ellos usualmente no valoran el conocimiento de una ciencia, generado a partir de la construcción de conocimiento científico escolar, con el mismo valor con el que lo miran aquellos dedicados a generar conocimiento específico al interior de la propia ciencia y para el desarrollo y evolución de la misma, pues la epistemología de los aprendices de una ciencia y los científicos de la misma, difiere significativamente.

Lo que se pretende no es lograr que en los estudiantes se generen los mismos intereses que tenían aquellos investigadores quienes con sus estudios y descubrimientos lograron impulsar el desarrollo de la ciencia, específicamente de la química, y la nutrieron de forma tal que lograron consolidarla como una de las ciencias naturales. Estos en su momento perseguían intereses muy diferentes a los que se persigue realizando investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias, específicamente en la didáctica de la estequiometría. Los intereses que movían a los investigadores que se mencionan en la historia de la química, no son los mismos intereses que movilizan a quienes incursionan en el campo de la didáctica de la química, pues el fundamento epistemológico que se persigue es diferente y por lo tanto también lo es el camino o la ruta que se sigue para llevar a cabo la investigación. Lo que se debe reconocer es que al incursionar en la didáctica de las ciencias, de la química específicamente, se está aceptando una manera específica de mirarla, buscando resolver dificultades que salen a la luz cuando se busca identificar la forma en que dicho conocimiento sea susceptible de ser enseñado.

#### 4.2. LA ENSEÑANZA MEDIANTE INVESTIGACIÓN ORIENTADA

En la investigación contemporánea en didáctica de las ciencias se presenta posturas para favorecer el aprendizaje de las ciencias con miras a lograr cambios profundos en la mente de los alumnos, no sólo conceptuales sino también metodológicos y actitudinales. Para lograr esto es preciso situarlos en un contexto de actividad similar al que vive un científico, pero bajo la atenta dirección del profesor que se desempeña como director de investigaciones. En la enseñanza de las ciencias mediante investigación orientada se asume un paralelismo entre el aprendizaje de la ciencia y la investigación científica, pero desde nuevos planteamientos epistemológicos y didácticos, que se alejan de creencias inductivistas y direccionistas que subyacen al enfoque por descubrimiento (Mosquera, 2008).

Los supuestos y las metas de la enseñanza por investigación orientada consisten en pensar que la enseñanza sigue los pasos de una investigación pero sin basarse en la aplicación de un método científico rígido. De acuerdo con las orientaciones actuales de la epistemología de la ciencia, se asume que la

investigación de los alumnos consiste en un laborioso proceso de construcción social de teoría y modelos, apoyado no sólo en recursos metodológicos sino también en el despliegue de actitudes que se alejan bastante de las que cotidianamente muestran los alumnos.

La meta es promover en los alumnos cambios no sólo en sus sistemas de conceptos sino también en sus procedimientos y actitudes, cambios que se hacen evidentes en el continuo proceso de enseñanza y con la ayuda de los procesos de evaluación, los cuáles no son el fin en sí mismo, sino la herramienta que se utiliza para dar cuenta de los cambios por los cuales se procura la enseñanza. La evaluación es el mecanismo que ayuda a estudiantes y docentes a identificar los momentos claves, específicos y de especial cuidado en el proceso educativo, para tomar correcciones y redirigir esfuerzos para lograr los objetivos de enseñanza y de aprendizaje propuestos.

Así como lo expresan Furió Más y Furió Gómez (2009), ~~en~~ este sentido debe reconocerse que la ciencia ha mostrado ser un medio muy potente para resolver problemas de la vida real y que la investigación científica es una actividad que habitualmente propone estrategias para solucionar estos problemas, de forma tal que si se acepta que los profesores tienen problemas en el proceso de enseñanza de las ciencias, ¿Por qué no acercarse a la investigación realizada por la didáctica de las ciencias para intentar resolverlos?+. Esto significa que se asume la hipótesis de la incompatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento profundo y específico propio de una ciencia, no solo en sus sistemas de conceptos, fundamentos epistemológicos, intencionalidad del conocimientos, es decir, los fines para los cuales se concibe el conocimiento, sino también en sus métodos y en sus valores. Así, en la enseñanza por investigación orientada, se adopta una clara posición constructivista al considerar que los modelos y teorías elaborados por la ciencia, pero también sus métodos y valores, son producto de una construcción social, y por tanto, para lograrlos en el aula, es necesario situar al alumno en contextos sociales de construcción del conocimiento similares a los que vive un científico; llevando al estudiantes a situaciones que les signifique desacomodar su estructura conceptual al ubicarlo frente a situaciones que no se pueden resolver con los conocimientos que él posee hasta el momento, con lo cual el estudiante acepta la necesidad de adquirir y construir nuevos conocimientos que le den la posibilidad de resolver estas situaciones (exhibiendo el estudiante un cambio en su perfil conceptual) a las cuáles ahora se les denomina situaciones problema (Mosquera, 2008).

Lo que se pretende es mostrarle al estudiante otras explicaciones más fundamentadas y con contenido científico de forma tal que el perfil conceptual del estudiante se vaya modificando libre y voluntariamente, con total aprobación de él mismo, y sea él quien decida no utilizar tanto su sentido común para explicar diferentes fenómenos de la vida cotidiana, y decida más bien usar el conocimiento

científico escolar construido, para dar explicaciones a diferentes objetos de estudio.

Esto significa que, dado que la investigación científica se basa en la generación y resolución de problemas teóricos y prácticos, la enseñanza debe organizarse en torno a la resolución de problemas y el currículo se organiza en torno a estructuras conceptuales que dan sentido a conceptos como hilo conductor. Es algo como el eje central y sustancial en torno al cual gira la propuesta didáctica que se lleva al interior del aula de clase, esta se organiza en torno a la resolución de algún problema de la vida cotidiana de los estudiantes o de alguna comunidad (preferiblemente aquella a la cual pertenezca el estudiante), problema este que se hace posible de resolver con la adquisición de nuevos conocimientos, a partir de los cuales se espera que los estudiantes apliquen los mismos para dar respuesta al problema. Durante la aplicación de los conocimientos para dar respuesta se favorece la generación de una actividad que dinamiza la estructura conceptual del estudiantado generando una interacción entre los conocimientos previos del estudiante y los nuevos conocimientos adquiridos. La interacción entre el objeto de aprendizaje y el conocimiento previo del estudiante, implica también reconocer en este último estructuras cognoscitivas apropiadas y con significado lógico a partir de las cuales se adquieren significados únicos no presentes hasta el momento, así lo expresa Ausubel, 1989, citado por Tamayo (2009).

El hilo conductor se traduce en una secuencia de contenidos con sentido lógico y coherente con los procesos históricos y disciplinares de la ciencia que se enseña, donde la historia de los conocimientos desempeña un papel muy importante, porque el aprendizaje de contenidos debe guardar paralelismo con el proceso de construcción de los conocimientos al interior de la disciplina científica, proceso del cual da cuenta la propia historia de la disciplina específica, por ejemplo, la historia de la consolidación de los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.

En la formulación, planeación y ejecución de esta investigación se ha optado por implementar una propuesta de orientación socio constructivista como es el modelo de enseñanza- aprendizaje como actividad de investigación orientada. Este modelo se basa en el tratamiento científico de situaciones problemáticas abiertas, fomentando que los alumnos discutan en pequeños grupos sobre actividades bajo la supervisión del profesor, se familiaricen con los procedimientos científicos, argumenten soluciones y puedan desarrollar sus habilidades metacognitivas y sociales. Así lo expresan Furió Mas y Furió Gómez (2009): el principal material didáctico en una secuencia de enseñanza inspirada en este modelo de aprendizaje consistirá en un *programa de actividades* cuya elaboración requerirá previamente una estructura problematizada en forma de cuestiones que orientarán el diseño de las actividades.

Es por esto que en el enfoque de investigación orientada se encuentra que las actividades de enseñanza y las actividades de evaluación se organizan de forma tal que la secuencia de contenidos se apoya en el planteamiento y resolución conjunta de problemas por parte del profesor y de los alumnos; el hilo conductor mencionado anteriormente. Aquí juegan especial importancia los problemas, los cuales consisten en situaciones abiertas, que exijan la búsqueda de nuevas respuestas por parte de los alumnos (por que se asume que el conocimiento que tienen hasta momento de abordar el problema, es decir, los preconceptos, no satisfacen las necesidades propias de la nueva situación a resolver) y bajo la supervisión del profesor (quien actúa como un integrante experto dentro del equipo de investigación).

Es muy importante que el profesor sepa secuenciar objetivos y contenidos adecuados al nivel psicológico del estudiante, en forma de situaciones problemáticas de interés personal y/o social. Esta nueva situación crea el escenario propicio para resolver problemas apoyados en la realización de pequeñas investigaciones al interior del aula de clase, investigaciones que pueden integrar aspectos de análisis cualitativos y/o cuantitativos. La idea básica es favorecer que a través de las actividades los alumnos puedan construir y afianzar conocimientos al tiempo que se familiarizan con algunas características del trabajo científico.

Esto significa que el conjunto de actividades propuesto posee una lógica interna que evite aprendizajes desarticulados y procesos excesivamente erráticos, esto exige que las actividades estén cuidadosamente estudiadas para cubrir el contenido del tema objeto de estudio. No se puede pensar en actividades desarticuladas del objeto de estudio ni en la improvisación, sino en un verdadero programa que pueda orientar y prever el trabajo de los alumnos, así lo expresan Calatayud et al, 1990.

Se entiende que cuando profesor y alumnos inician un proceso de enseñanza y aprendizaje en torno a determinado contenido, comparten parcelas relativamente pequeñas de significados sobre el mismo. En ese momento, el profesor debe emplear los apoyos y recursos necesarios para poder conectar con la representación del contenido que tienen los alumnos y ayudar a modificarla en la dirección de la representación final que desea ayudarles a construir (õ ) profesor y alumnos podrán ir compartiendo parcelas de significados cada vez más amplias, hasta llegar, idealmente, al final del proceso de enseñanza y aprendizaje, a compartir un sistema de significados sobre los contenidos más rico, más complejo y también más cercanos a los significados culturalmente aceptados de dichos contenidos, así lo expresan Colomina, Onrubia y Rochera en Coll et al (1992).

En la continua interacción del estudiantado con las actividades que les sugiere desarrollar el programa guía de actividades, el estudiante se ve frente a



situaciones que le invitan a recordar los conocimientos que tiene acerca del objeto de conocimiento, estos pueden ser escolares o aprendidos en la cotidianidad según las experiencias de cada estudiante, y en el continuo interactuar del estudiante con el grupo de investigación generado al interior del aula de clase, estos preconceptos se ven en una continua puesta a prueba, pues situaciones de trabajo grupal exigen que cada uno de los integrantes tenga argumentos sólidos y fundamentados para poder emitir algún tipo de juicio u opinión; si los fundamentos expuestos para sustentar una idea no son lo suficientemente sólidos, estos terminarán por disolverse dando paso a la consolidación de una nueva estructura conceptual generada a partir de la desestabilización de la estructura previa, con la cual el estudiante puede explicar satisfactoriamente el fenómeno que es objeto de análisis y a partir de allí explicar nuevos fenómenos o situaciones problema, pues con el fundamento conceptual anterior, no se podía lograr explicar problemas de un grado mayor o con un mayor número de variables a considerar.

Durante este proceso sucede que la continua interacción entre lo que el estudiante ya conoce y los conceptos, teorías o experiencias nuevas que se le presentan, es la actividad dinamizadora de la evolución cognoscitiva del alumno, de tal forma que en la medida en que se logre una mayor cantidad y calidad de relaciones entre los nuevos contenidos y los elementos presentes en su estructura cognoscitiva, más profunda es su construcción; en otras palabras, se logra mayor funcionalidad en los aprendizajes realizados cuando logran mayor grado de significatividad debido precisamente a la amplia gama de relaciones establecidas entre lo conocido y lo que está en proceso de conocerse (Tamayo, 2009).

En el enfoque de enseñanza mediante investigación orientada, las pequeñas investigaciones se desarrollan mediante programas guías de actividades con comentarios para el docente (Gil y colaboradores, 1991; Duschl y Gitomer, 1991; citados por Mosquera (2008), en los cuales, y según las investigaciones que reportan la aplicación de los mismos, se identifican tendencias comunes como despertar el interés de los alumnos por el problema que va a abordarse, realizar un estudio cualitativo de la situación (intentando definir de la manera más precisa el problema) identificando y cualificando las variables más relevantes y necesarias para diagnosticar la situación, emitir hipótesis fundamentadas en modelos teóricos sobre los factores que pueden estar determinando el posible resultado del problema y sobre la forma en que estos factores condicionan el mismo, elaborar y explicitar posibles estrategias de solución del problema, planificando su puesta en marcha en lugar de actuar por ensayo y error para buscar vías alternativas para la resolución del problema, poner en marcha la estrategia o estrategias seleccionadas, explicitando y fundamentando al máximo lo que se va haciendo, analizar los resultados obtenidos a la luz de las hipótesis fundamentadas teóricamente previamente explicitadas, reflexionar sobre las nuevas perspectivas abiertas por la resolución realizada, replanteando o redefiniendo el problema en un nuevo nivel de análisis, en relación con otros contenidos teóricos y con nuevas situaciones prácticas (esto conlleva a idear nuevas situaciones que merezcan ser

investigadas a partir del proceso realizado) y elaborar una memoria final en la que se analicen no solo los resultados obtenidos en relación a problema planteado sino también el propio proceso de resolución llevado a cabo.

El enfoque por investigación orientada, así como todos los modelos formulados para la enseñanza de la ciencia, también presenta una serie de retos a la comunidad educativa, los que deben ser resueltos de la forma más propicia posible según la realidad del contexto donde se pretenda aplicar dicho modelo y con la colaboración de todos los actores implicados en la ejecución del mismo. En este enfoque es normal que se presente un alto nivel de exigencia al profesorado lo que hace difícil su generalización, pues esto exige la realización de actividades adicionales a las ya enmarcadas dentro de la labor docente. Es necesario que exista un cambio en las concepciones de conocimiento y de enseñanza de los conocimientos, esto implica cambios didácticos y curriculares rigurosos en los profesores, lo cual brinda una dificultad adicional cuando se pretende implementar este modelo porque es posible que alguna parte del profesorado no esté dispuesto a tomar distancia de los modelos con los que han encontrado algún grado de comodidad (primero debe suceder que el docente libre y voluntariamente sea consciente de las limitaciones, dificultades y no tan buenos resultados obtenidos por el modelo que actualmente utiliza). Este enfoque también exige del profesor un cambio conceptual, procedimental y actitudinal paralelo al que debe intentar promover en sus alumnos y esto puede significar mostrarle al docente nuevas formas de pensar la enseñanza de los conceptos propios de la ciencia que pretende hacer enseñable, a la vez que puede invitar al docente a involucrarse y complementarse con nuevos modelos, ideas y a reflexionar en la calidad y diversidad de los nuevos resultados obtenidos, propios de la aplicación de nuevas estrategias didácticas.

Debe tenerse especial cuidado con la posible generalización que se pueda hacer al pensar que científicos y estudiantes de una ciencia específica (en este caso la química y específicamente la estequiometría) generan procesos de construcción del conocimiento de formas iguales, pues ya se ha mencionado que existe una diferencia epistemológica importante y significativa en cuanto a la forma que ambos actores tienen de mirar los conceptos propios de una ciencia específica, además de las diferencias entre las razones y los contextos en los que cada uno se desenvuelve. No se trata de ~~engañar~~ a los alumnos y de hacerles creer que los conocimientos se construyen con la aparente facilidad con que ellos los adquieren, sino de colocarles en una situación por la que los científicos habitualmente pasan durante su formación, y durante la que podrán familiarizarse mínimamente con lo que es el trabajo científico y sus resultados, replicando para ello investigaciones ya realizadas por otros, abordando, en definitiva, problemas conocidos por quienes dirigen su trabajo (Calatayud et al, 1991).



#### 4.3 UNIDADES DIDÁCTICAS Y PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES.

La investigación contemporánea en didáctica de las ciencias ha venido mostrando una serie de vertientes y movimientos importantes al interior de la didáctica de las ciencias naturales, tal y como lo demuestran las muchas investigaciones realizadas y reportadas en las revistas especializadas.

Es pues imprescindible que esta investigación se apoye en posturas constructivistas para favorecer el aprendizaje de las ciencias y en especial en el modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada, el cual se concreta en programas-guía de actividades, es decir, estos son la evidencia del modelo constructivista de enseñanza de las ciencias, Calatayud et al, 1990.

Desde el paradigma constructivista, en el que se considera que son los propios alumnos quienes construyen su conocimiento, la función principal del profesorado es promover este proceso constructivo, que forzosamente será contextual: distinto para cada estudiante y para cada grupo de clase, a diferencia de otras concepciones en las que los docentes se consideran como simples aplicadores de las orientaciones que imponen otros, quienes se presumen más expertos. Las nuevas orientaciones curriculares basadas en puntos de vista constructivistas de la ciencia, del aprendizaje y de la enseñanza implican que el profesorado debe tener amplia autonomía para tomar decisiones curriculares y, en concreto, para el diseño de las unidades didácticas a aplicar en clase, con sus alumnos y alumnas, así lo expresa Sanmartí (2005).

Esta investigación se nutre de múltiples experiencias realizadas a lo largo de la ejecución de un programa guía de actividades para la enseñanza específica de uno de los temas del curso de estequiometría y este programa guía evoluciona tratando de dar respuesta a las necesidades que los participantes del curso le muestran al mismo programa guía de actividades, es decir, este se encuentra en continuo cambio, tratando de encontrar su mejor forma (con lo cual se deja abierta la posibilidad de que esta no sea definitiva pues es precisa la máxima flexibilidad para modificar el programa, incluso sobre la marcha, durante el desarrollo de una clase) para dar respuesta satisfactoria a las necesidades educativas de los estudiantes, buscando así despertar en ellos el interés por el aprendizaje de los conceptos abordados y tratando de procurarles situaciones que les brinde la oportunidad de aprender significativamente. Desde ese punto de vista, un programa-guía aparece como algo siempre en (re)elaboración, sometido a retoques, añadidos y, a menudo, remodelaciones totales, fruto de la experiencia obtenida en su aplicación y de las nuevas aportaciones de la investigación didáctica. Esto significa que una propuesta didáctica no puede considerarse como de validez universal, pues cada diseño debe valorarse en función de los objetivos que se persigan y del contexto concreto en el que se implemente (Sanmartí, 2005).

Esto supone, sin duda, mucho más trabajo para el profesorado, pero al mismo tiempo concede a dicho trabajo todo el interés de una investigación, de una tarea creativa, lo que sin duda es uno de los requisitos esenciales para una acción docente eficaz (Calatayud et al, 1990). El programa guía de actividades busca proponer actividades que ubiquen al estudiante en contextos tales, que en el intento de resolver las actividades propuestas, el estudiante valore el conocimiento científico escolar y lo utilice para resolver problemas, buscando así la generación de aprendizajes significativos, duraderos y a largo plazo, tal como lo expresan Gil Pérez y Martínez-Torregrosa, 1987, citado por Gil et al (1990).

Con la unidad didáctica para la enseñanza de la cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría de la escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira, se busca lograr aprendizajes significativos y a largo plazo en los estudiantes del curso, además de convertirse en una experiencia novedosa en la enseñanza de la estequiometría, pues hasta el momento este tipo de propuestas no se hacen presente en la Universidad Tecnológica de Pereira.

La unidad didáctica se desarrolla a través de un programa guía de actividades que el estudiante desarrolla, ayudado por el docente encargado de la materia y en algunos momentos de la misma se realiza trabajo grupal en donde los subgrupos de trabajo, son de máximo tres integrantes, esto con el objetivo de facilitar la generación de aprendizaje colaborativo y significados compartidos.

Las actividades de inicio buscan introducir al estudiante en el tema general de la unidad didáctica, a través de la formulación de un problema, el cual se convierte en hilo conductor, y es en el intento por solucionarlo, donde finalmente el estudiante se da cuenta de la necesidad de abordar los contenidos, estas también buscan activar los conocimientos previos de los estudiantes y despertar su interés por los contenidos de la unidad didáctica. Interesa incluir lecturas que motiven a desarrollar el tema de la unidad, actividades que permitan explorar los conocimientos previos y detectar aquellas ideas erróneas derivadas de la experiencia cotidiana, sobre los conceptos del tema. Las actividades buscan generar amplia gama de relaciones entre los conocimientos previos en los estudiantes y lo que está en proceso de conocerse, para intentar lograr dinamizar en mayor grado la estructura conceptual en los estudiantes, buscando así mayor significatividad de los conocimientos que se van construyendo como producto de esta interacción (Tamayo, 2009).

Las actividades de desarrollo traen a colación los conceptos necesarios para avanzar en la solución del problema, a la vez que desarrollan en los estudiantes competencias de tipo actitudinales, conceptuales y procedimentales. Para ilustrar el tema se hace la respectiva exposición de los contenidos del mismo, presentando los conceptos y procedimientos básicos mediante una exposición clara a través de textos y algunas imágenes y/o gráficas. Con actividades

prácticas de tipo grupal los estudiantes adquieren mejor comprensión de los contenidos, los profundizan y los aplican en la solución de situaciones problema de la vida cotidiana; también se proponen actividades que buscan ayudar al estudiante a construir conocimiento científico escolar a través de la consecución de los objetivos de aprendizaje pues esta debe ser la continua razón de ser del programa guía de actividades.

A medida que se van tomando decisiones acerca de los contenidos a enseñar y de las actividades a realizar en la unidad didáctica, se van precisando más sus objetivos específicos. Generalmente, para la definición de estos objetivos específicos influyen, además de las ideas matriz, los valores e intereses de todo enseñante, ciertos referentes como las orientaciones ministeriales y los acuerdos en relación al proyecto educativo y curricular del centro educativo, así como los antecedentes del grupo-clase en cuanto a intereses, niveles de desarrollo, hábitos y conocimientos previos (Sanmartí, 2005).

Las actividades propuestas motivan en los estudiantes cambios conceptuales en los ejes interpretativo, argumentativo y propositivo y proponen actividades complementarias a cada uno de los temas que se trabajan durante las sesiones que se realizan en el laboratorio para que sean resueltos en los mismos grupos de trabajo al final de cada sesión, buscando que los estudiantes las resuelvan a manera de trabajo en casa. Estas actividades se enfocan en mostrar la aplicación de los temas y conceptos tratados a lo largo de la unidad didáctica en diferentes campos de la actividad humana cotidiana. Esto se apoya en el hecho de que La didáctica debe privilegiar el análisis de problemas cercanos al estudiante, centrados en los intereses de los alumnos y no en el campo disciplinar, también debe motivar en los estudiantes actividades reflexivas que les lleve a aplicar los conocimientos científicos escolares construidos y a utilizar el lenguaje como un instrumento que ayude a comunicar a las demás personas el producto del análisis y la forma en la que se entienden determinadas situaciones problema, la forma en que se abordará para lograr su solución, los resultados que se esperan obtener después de la aplicación de algún procedimiento determinado para aplicarlo y la explicación dada a los resultados obtenidos.

Actividades como proponer a los estudiantes talleres interactivos en algunas páginas web de forma tal que facilite la integración amable, didáctica y respetuosa de la individualidad de los procesos de aprendizaje, con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación a la enseñanza de la química y la cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas, al tiempo que ayudan de una forma dinámica y novedosa a ampliar y afianzar los conceptos expuestos a lo largo de la unidad didáctica, se considera en este programa guía, pues pretende mostrar a los estudiantes y la comunidad educativa en general la transversalidad del conocimiento, es decir, la relación académica que existe entre diferentes campos del conocimiento.

Durante el desarrollo de la unidad didáctica cada estudiante deja constancia en un cuaderno de notas de la realización de todas las actividades propuestas en la unidad didáctica con lo cual se detalla por escrito la evolución conceptual, actitudinal y procedimental de la construcción de aprendizaje científico escolar frente a los conceptos de unidades de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, a la vez que inculca en los estudiantes la importancia que tiene el comunicar los resultados de los procesos investigativos y académicos de forma clara y escrita, pues este es el canal de comunicación más importante en el desarrollo histórico de las ciencias.

Las actividades propuestas para ser realizadas en grupos de trabajo, se desarrollan en grupos que no superen los tres integrantes, para facilitar así la generación de aprendizaje colaborativo y la construcción de significados compartidos frente a los conceptos ante los cuales se pretende facilitar la construcción de aprendizaje científico escolar, con lo cual se quiere insistir en la necesidad de favorecer la máxima interacción entre los grupos, a través de la cual los alumnos pueden asomarse a una característica fundamental del trabajo científico: la insuficiencia de las ideas y resultados obtenidos por un único colectivo y la necesidad de cotejarlos con los obtenidos por otros, hasta que se produzca suficiente evidencia convergente para que la comunidad científica los acepte (Calatayud et al, 1990). Las actividades encaminadas a fortalecer el trabajo grupal e individual, así como la realización de consultas bibliográficas que amplíen el panorama conceptual del estudiante, se realizan por el estudiante según la profundidad y la extensión que él pretenda imprimir a su propia consulta, esto con el fin de evitar sugerir límites a los estudiantes mientras realizan su trabajo escolar complementario.

La evaluación de los procesos de enseñanza y aprendizaje se hace a lo largo de todo el proceso de desarrollo de la unidad didáctica y no de forma discontinua, es decir, la evaluación misma significa una herramienta para identificar las necesidades que cada estudiante debe superar para avanzar en su proceso de formación. Pretende incluir al estudiantado en un modelo de enseñanza apoyado en la resolución de problemas, donde los estudiantes intenten explicar situaciones de la vida cotidiana con los conocimientos científicos escolares elaborados por ellos mismos; se busca que se apropien de los conocimientos y los utilicen para explicar situaciones de la vida cotidiana y además que los contrasten y pongan en comparación con los conocimientos científicos que aparecen en los libros de texto para que intenten mirar hasta que punto su propia producción tiene, de alguna manera, un efecto importante en su propio proceso de formación.

La unidad didáctica es la respuesta a la necesidad de los diferentes actores del proceso educativo en cuanto a elementos que les ayude a acercarse confiadamente al conocimiento de algunos de los temas abordados durante el curso de estequiometría en la Universidad Tecnológica de Pereira y es una exploración desde la perspectiva de la didáctica contemporánea, que se

fundamenta en posturas constructivistas para favorecer el aprendizaje de las ciencias en particular apoyándose en el modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada, para tratar de lograr que los estudiantes de los programas de Tecnología Química y Química Industrial aprendan conceptos como el de cuantificación de sustancias y el de relaciones en mezclas homogéneas.

Los conceptos que se aborden en el programa guía de actividades son claves en la consecución de los objetivos de aprendizaje que se persiguen, por ejemplo la formación de los estudiantes en el campo disciplinar de la estequiometría, porque estos están presentes a lo largo del hilo conductor de la unidad didáctica y son punto de referencia ante las actividades que se pretendan implementar. Estos conceptos se convierten en fundamentos conceptuales importantes en la consolidación de la estructura conceptual que soporta el aprendizaje significativo de los conocimientos propios de un campo disciplinar, como los que se abordan en procesos de formación en la Química y son los que se deben poner por obra en cada una de las actividades que se propongan en el programa guía de actividades, pues estos mismos se desarrollan en los campos de ejercicio profesional.

Los conceptos mencionados durante la unidad didáctica para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de estequiometría, se abordan a lo largo del desarrollo de la misma y para ello se cuenta con un amplio número de actividades propuestas, según los momentos estipulados para tal fin. La Unidad Didáctica es consecuente con los componentes de una unidad didáctica de orientación constructivista, es decir, es un programa guía que consta de actividades de iniciación, de desarrollo y de acabado o complementarias. Considera al estudiante parte activa dentro de su proceso de formación, y no solamente limitado a ser un receptor pasivo de conocimiento. El programa-guía de actividades pretende lograr que el estudiante cambie él mismo y de forma consciente sus concepciones teóricas hacia la noción de sustancia y de mezclas homogéneas así como también se pretende que el estudiante construya una noción clara acerca de la forma de cuantificar dichas sustancias y de cuantificar las relaciones entre ellas. Busca que los estudiantes libre y conscientemente cambien sus actitudes frente a la ciencia, sus métodos, la forma de indagar e investigar; que se inicien en la forma de trabajo colaborativo que se debe presentar entre quienes trabajan en la resolución de problemas, la forma de informar a la comunidad el resultado del trabajo de equipo en el laboratorio, la forma cuidadosa de obtener resultados, de analizarlos y de interpretarlos y en términos generales, sus prácticas y procedimientos al intentar resolver problemas, en ciencias naturales. En un sentido más amplio, lo que se pretende es lograr que el estudiante llegue a consolidar aprendizajes significativos y aprendizajes relevantes, que aprendan significativamente y que sean capaces de aplicar en diferentes contextos o situaciones lo que están aprendiendo y que puedan llegar a explicar cualquier situación con lo que han aprendido, es decir,



que el estudiante pueda proponer una estrategia para resolver una situación problema, apoyado en el conocimiento que ha construido.

La enseñanza de las ciencias mediante la formulación de programas guía de actividades presenta inconvenientes como la imposibilidad de hacer que el ritmo de sesión académica sea cumplido o llevado a cabo por la totalidad del grupo de trabajo, al mismo tiempo, debido a las diferencias de ritmo en el trabajo de los grupos, lo que se traduce, si las tareas son extensas, en desfases considerables, difíciles de recuperar. También se deja abierta la posibilidad de que existan momentos en los cuáles se presente desorientación por parte de los alumnos frente al trabajo que se realiza durante la clase, dado que algunas actividades suponen la correcta realización de las actividades anteriores y esto puede suponer que los estudiantes deben trabajar a un ritmo establecido para la ejecución de las actividades (ritmo que debe ser sugerido por el docente) lo cual hará que algunos estudiantes se sientan presionados a terminar las actividades en lapsos de tiempo, cortos para algunos y largos para otros. Esto también le muestra al docente, que en algún momento, se verá enfrentado a la imposibilidad de satisfacer las peticiones de ayuda de los grupos de trabajo, más aun si suelen solicitarse de forma simultánea y sobre aspectos diferentes. Por esto es necesario que el profesor juegue un papel activo centrando las intervenciones y realizando en el momento oportuno una reformulación globalizadora que pueda apuntar a resolver las dudas del mayor número de participantes de los subgrupos de trabajo al mismo tiempo pues la puesta en común ofrece la posibilidad de completar el trabajo pendiente en algún grupo y, por otra parte, una cierta tensión positiva para que el trabajo se haga rápidamente.

Naturalmente puede ocurrir en algunas ocasiones que el trabajo de los grupos no haya dado los resultados esperados, quizás porque la actividad planteada es inadecuada, lo que significa que deba ser modificada, o bien, también puede suceder con alguna frecuencia, que dicho trabajo sea incompleto y el profesor deba, en sus reformulaciones, añadir información, brindar nuevas orientaciones acerca de la resolución de alguna actividad o demás información relevante para poder continuar con el desarrollo de la actividad. Es por esto importante que en el diseño del programa guía de actividades se consideren momentos para realizar pequeñas plenarias o puestas en común de los resultados obtenidos para las actividades ejecutadas hasta determinado punto, así también realizar una socialización de las dificultades que se han experimentado para resolver las actividades y de las estrategias implementadas para lograr tal fin. Momentos como estos pueden considerarse en puntos clave del desarrollo del programa guía de actividades.

También debe considerarse que la gran cantidad de tiempo que precisan los planteamientos activos puede significar una dificultad inherente a la aplicación de estos métodos al interior de clase, porque esto significaría un aumento considerable en la cantidad de trabajo para el docente aunque es precisamente en

la medida en que una estrategia de aprendizaje exige tiempo, que un auténtico aprendizaje se hace posible porque los tratamientos rápidos tienden a producir visiones superficiales, confusas y deformadas de la ciencia (Furió, 2009; Fernández et al, 2002).

El propósito de los programas-guía es evitar la tendencia espontánea a primar la actividad del profesor. Esto implica una cuidadosa y flexible programación de actividades sin excluir las intervenciones del profesor (alguna actividad puede consistir en escuchar una exposición por parte del docente para extraer las ideas clave en la intervención, en alguna lectura y/o comentario de un texto). Lo esencial, lo que realmente importa es primar la actividad de los alumnos, su construcción de conocimientos y evitar que todo siga más o menos como siempre.



## 5. DISEÑO METODOLOGICO

Se parte de la siguiente hipótesis: ***Í un programa de actividades desarrollado en una unidad didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría, aplicado con estudiantes universitarios de Química, favorece el cambio en concepciones científicas, en actitudes hacia la ciencia y en prácticas cotidianas de quienes aprenden, mejorando el poder explicativo, el lenguaje utilizado, las predisposiciones de las personas y las maneras como las personas ponen en práctica los conocimientos que van aprendiendo.***

Inicialmente se construye la propuesta de unidad didáctica para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones mezclas homogéneas con base en la información que se encuentra en los textos que se sugieren como material de apoyo para impartir los cursos de estequiometría en la universidad tecnológica de Pereira. También se toma como referente la experiencia que el investigador tiene, fruto de impartir el curso de estequiometría en varias ocasiones en la universidad. Esto brinda la posibilidad de pensar ampliamente el tipo de actividades que más conviene para proponer en el programa guía de actividades, del tipo de actividades prácticas, del tipo de actividades a manera de ejercicios de lápiz y papel, del tipo de actividades para realizar con ayuda de páginas web, del tipo de actividades prácticas para desarrollar en el laboratorio y demás actividades que puedan ayudar a lograr los objetivos de la unidad didáctica y por consiguiente los del trabajo investigativo.

Una vez se consolida la propuesta didáctica para ser aplicada con los estudiantes, se aplica al grupo de trabajo destinado para tal fin, el cuál es el grupo que se le asigna al docente investigador para desarrollar el programa de la materia de estequiometría, durante un semestre académico en la Universidad Tecnológica de Pereira. Con el grupo de trabajo se aplican los instrumentos de medición y de recolección de la información, necesarios para recolectar la información que se necesita para determinar el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación. En la medida en la que se avanza en la ejecución de la propuesta del programa guía de actividades se van realizando los ajustes necesarios que se van identificando, a partir de la experiencia realizada con los estudiantes en cada uno de los momentos del desarrollo de la unidad didáctica. Se espera que al final, el grupo de trabajo muestre avances significativos en cuanto a los cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales determinados según los fines de esta investigación.

Como resultado de la aplicación de la propuesta de unidad didáctica y de los ajustes realizados a la misma durante el tiempo que se tiene estipulado para el desarrollo de esta investigación, se espera obtener una Unidad didáctica ajustada

y corregida, según las necesidades mostradas por el grupo, y que se consolide como una herramienta didáctica que facilite en los estudiantes cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales frente a la construcción de conocimientos en cuanto a la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.

La unidad de análisis está constituida por un grupo de quince estudiantes matriculados para un semestre académico en la Universidad Tecnológica de Pereira para los programas de tecnología Química o Química Industrial. En el grupo se pueden presentar estudiantes matriculados para ambos programas, pero esto no afecta la unidad de análisis, pues el contenido programático de la materia es único para los dos programas. El trabajo experimental se aplica a lo largo de un semestre académico y sin afectar el orden temático de la materia de estequiometría. Esto constituye un reto interesante para el desarrollo de la investigación, pues el contenido programático de la materia de estequiometría consta de seis unidades temáticas y con esta investigación se pretende intervenir positivamente en la ejecución de la segunda unidad, así que el investigador debe incluir a los estudiantes en un ambiente de construcción de conocimientos desde la primera unidad de trabajo y hasta el final del curso porque no se concibe que sólo una de las seis unidades temáticas se trabaje con una metodología activa e innovadora y que las demás hagan mediante metodologías tradicionales. Esto significa que si bien el trabajo investigativo se ejecuta durante el desarrollo de la segunda unidad temática del curso, el investigador debe generar en los estudiantes un estado anímico y mental que les haga sentir que todo el curso se desarrolla mediante estrategias metodológicas que inviten al estudiante a ser parte activa de la construcción de conocimiento científico escolar frente a los temas que se tratan en el curso de estequiometría.

Los instrumentos con los que se trabaja se aplican a lo largo del semestre y en los momentos en los cuáles se hace explícita alusión al trabajo con la unidad didáctica, que es la variable interviniente en esta investigación. Esto significa que todos los instrumentos de recolección de la información no se aplicaron al mismo momento ni de forma secuencial, esto depende de la situación en la cual se pretende recoger la información. Por ejemplo, si la situación para recoger la información es la observación de una clase o la realización de actividades prácticas en el laboratorio, se aplican instrumentos como la grabación de video. Los instrumentos como cuestionarios, escalas de actitudes y diario de campo del investigador, se aplican en los momentos en que la investigación lo considera pertinente. El instrumento debe recoger aspectos acerca del aprendizaje significativo y este es, en sí mismo, un cambio conceptual, es decir, que el cambio es la evidencia de que el aprendizaje se está llevando a cabo. Este tránsito o cambio desde una actitud *%normal+* o *Inicial*, frente a un concepto, hasta una actitud más *%innovadora+* o *%elaborada+*, está mediada por el desarrollo de competencias. Estas son las que determinan el cambio del nivel primario hasta otro más elaborado. La evidencia de este cambio implica el desarrollo de

competencias que facilitan el cambio. Este cambio es pasar de un estado inicial a un estado más innovador y a medida que se da el cambio, se desarrollan las competencias. Se pretende que el estudiante llegue a un estado de desarrollo de competencias deseado, el cual estará mediado por la aplicación de una unidad didáctica. Las competencias precisan de componentes humanas y cognoscitivas y estas tratan a cerca de lo que los estudiantes deben saber (dimensión conceptual), deben saber hacer (dimensión actitudinal) y deben hacer (dimensión procedimental). Así que los indicadores según cada dimensión, deben pensarse teniendo en cuenta cada uno de estos dos componentes.

Para identificar los cambios en el aspecto actitudinal se aplican instrumentos de medición tipo test de Likert pues la idea es que según este instrumento y con sus respuestas, los estudiantes manifiesten actitudes. Por ejemplo, preguntarle al estudiante si prefiere una clase de tipo magistral donde el profesor es quien dicta la clase o si por el contrario él propondría otra metodología y que justifique su respuesta, son el tipo de afirmaciones que se incluyen en este tipo de instrumentos.

En el cuestionario tipo test de likert se utiliza la siguiente escala de medición: 1: Muy en desacuerdo, 2: En desacuerdo, 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4: de acuerdo y 5: Muy de acuerdo. Se pretende determinar, para cada estudiante participante en esta investigación, que tan de acuerdo o que tan desacuerdo se encuentra frente a un determinado objeto frente al cual se pretende determinar su actitud. Se deberá observar que una persona muy favorable hacia el objeto actitudinal tiene una gran probabilidad de dar una respuesta muy cercana a 5 y por el contrario, una persona muy desfavorable, de dar una respuesta cercana a 1. (Elejabarrieta e Iñiguez, 1984). Inicialmente se realizan los análisis de las respuestas dadas por los estudiantes a cada pregunta y al final se recogen los análisis del instrumento en general para determinar el diagnóstico que se puede construir a partir de los resultados.

Para analizar las respuestas se observan las puntuaciones obtenidas para cada ítem según la totalidad de los encuestados. Como cada ítem puede obtener una puntuación máxima de 5 y una mínima de 1, y como se tiene una población de 15 encuestados, esto significa que para cada ítem se puede obtener una puntuación máxima de 75 y una mínima de 15. Con esta información se procede a analizar el comportamiento para cada ítem según las respuestas dadas. Además, con esta misma información se pueden obtener datos porcentuales para cada ítem, los cuáles se interpretan como hasta que ~~la~~ tanto+por ciento, los encuestados, están de acuerdo con la afirmación. Se interpretan los porcentajes bajos, como una medida de la poca aceptación de los encuestados hacia la afirmación que se esté observando, y porcentajes altos, como una medida de la alta aceptación de los encuestados hacia la afirmación, pues si un ítem obtiene porcentajes altos, es debido a que también ha tenido puntuaciones altas y, cabe recordar que en el test tipo likert utilizado, la máxima puntuación es de 5 y corresponde a estar ~~mu~~ muy de

acuerdo+ con la afirmación. Con la totalidad de las puntuaciones obtenidas para cada ítem se puede determinar el promedio grupal frente a este ítem.

El instrumento utilizado para determinar los conocimientos previos de los estudiantes del curso, frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas consta de 10 preguntas abiertas, todas ellas relacionadas con la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas (tema central de esta investigación) y con el instrumento utilizado para determinar las actitudes de los estudiantes hacia el curso de estequiometría y específicamente hacia los temas acerca de los cuáles trata este estudio investigativo. Los cuestionarios respondidos por los encuestados se enumeran del 1 al 15 y durante el análisis de resultados, después de citar alguna respuesta textualmente, se escribe entre paréntesis la letra E y el número del cuestionario donde aparece la respuesta que se está citando, esto para referirse al estudiante que emite la respuesta citada.

**El programa guía de actividades y su aplicación.** El instrumento que se ha considerado para registrar la información que permita aproximarse a determinar el estado actual del estudiante y sus cambios frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, es el programa-guía de trabajo, este deberá ser capaz de aproximarse con un alto grado de confiabilidad a determinar lo planteado anteriormente. El programa-guía de trabajo deben contener, en la medida de lo posible, preguntas abiertas, gráficas, dibujos, preguntas cerradas pero con interpretación, propuesta de formulación de actividades prácticas, trabajos individuales, grupales y plenarias. El aspecto conceptual también se observará con documentos elaborados por los mismos estudiantes en los cuales se refleje el cambio conceptual a lo largo del tiempo que duró la ejecución de la investigación, es decir, un semestre académico.

Con base en los instrumentos utilizados para determinar la actitud de los estudiantes frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, y con base en el instrumento utilizado para determinar los conocimientos previos de los estudiantes del curso, frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. Se diseña un programa guía de actividades desarrollado en una unidad didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría. Se busca que este favorezca el cambio en concepciones científicas, en actitudes hacia la ciencia y en prácticas cotidianas de quienes aprenden, mejorando el poder explicativo, el lenguaje utilizado, las predisposiciones de los estudiantes y las maneras como ellos ponen en práctica los conocimientos que van aprendiendo.

El programa guía de actividades se diseña inicialmente de acuerdo a un número de actividades aportadas con base en la experiencia y los conocimientos previos del investigador. Este grupo de actividades se consolidan como la estructura básica del programa guía de actividades. Durante el tiempo en que se lleva a cabo

esta investigación, se programan momentos de encuentro académico con los estudiantes en los cuales se propone la realización de las actividades propuestas en el programa guía. En la medida en que se realizan las actividades planteadas, se reciben por parte de los estudiantes una serie de valiosos aportes representados en sugerencias para modificar y/o incluir nuevas preguntas o actividades que pueden ayudar en la consecución de los objetivos de la unidad didáctica. También aportan los estudiantes en el sentido de mostrar al investigador el tipo de dificultades que se les presentan al momento de resolver las actividades, dificultades inherentes con la comprensión de la pregunta, con el tipo de procedimiento que se debe implementar para resolver la actividad, con el tipo de ecuaciones matemáticas necesarias para resolver la actividad, con el tipo de cifras significativas que se deben utilizar, con el razonamiento que se debe emplear para iniciar la resolución de la actividad, con el tipo de material de laboratorio que se debe utilizar para realizar el procedimiento descrito en la actividad, con el tipo de procedimiento a implementar en el laboratorio para cuantificar sustancias sólidas y/o líquidas, con los instrumentos de laboratorio necesarios para tal fin y con muchas otras situaciones que se convierten en un valioso insumo para realizar los ajustes pertinentes al programa guía de actividades.

Esto significa que el programa guía de actividades esta, a lo largo de esta investigación, en continuo cambio para tratar de ajustarse en un alto grado en un programa guía de actividades idóneo y pertinente con las necesidades que el grupo exhibe durante el proceso investigativo. De manera tal que el programa guía de actividades que se presenta como resultado de esta investigación sufre continuas evoluciones y aun este no se debe considerar como si se encontrara en un último estado, sino que se debe considerar la posibilidad de ajustarlo nuevamente según las necesidades que el contexto educativo (en constante cambio) le vaya mostrando.

El programa guía de actividades para la enseñanza de la cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría de la escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira, tiene como objetivo fundamental lograr aprendizajes significativos y a largo plazo en los estudiantes del curso, además de convertirse en una experiencia novedosa en la enseñanza de la estequiometría, pues hasta el momento este tipo de propuestas no se habían hecho presente en la Universidad.

El programa guía de actividades cobra vida mediante una serie actividades que el estudiante debe ir desarrollando por su cuenta, supervisado por el docente encargado de la materia. En algunos momentos se realiza trabajo de tipo grupal en donde los subgrupos de trabajo, son de máximo tres integrantes.

Como toda propuesta de este tipo, inicialmente se presentan actividades que buscar introducir al estudiante en el tema general de la unidad didáctica, a través de la formulación de un problema, el cual se convierte en hilo conductor y es en el intento por solucionarlo donde finalmente el estudiante se da cuenta de la



necesidad de abordar los contenidos. Las actividades iniciales también buscan activar los conocimientos previos de los estudiantes y despertar su interés por los contenidos de la unidad didáctica. Se incluyen lecturas que incitan a desarrollar el tema de la unidad, actividades que permiten explorar los conocimientos previos y detectar aquellas ideas erróneas derivadas de la experiencia cotidiana, sobre los conceptos del tema. En las actividades siguientes o de desarrollo, se traen a colación los conceptos necesarios para avanzar en la solución del problema, a la vez que se van desarrollando en los estudiantes competencias de tipo actitudinales, conceptuales y procedimentales.

Para ilustrar el tema se hace la respectiva exposición de los contenidos del mismo, presentando los conceptos y procedimientos básicos mediante una exposición clara a través de textos y algunas imágenes y/o gráficas. También se incluyen actividades prácticas de tipo grupal con las que se pretende que los estudiantes logren una mejor comprensión de los contenidos, los profundicen y los apliquen en la solución de situaciones problema de la vida cotidiana. Siempre se están proponiendo actividades que buscan ayudarle al estudiante a construir conocimiento científico escolar a través de la consecución de los objetivos de aprendizaje. Las actividades propuestas buscan motivar en los estudiantes cambios conceptuales en los ejes interpretativo, argumentativo y propositivo. Al final de cada sesión de trabajo práctico, se proponen una serie de actividades complementarias a cada uno de los temas trabajados durante cada una de las sesiones que se realizaron en el laboratorio, para que sean resueltos en los mismos grupos de trabajo. Las actividades complementarias, se plantean en una serie de actividades para que los estudiantes los resuelvan a manera de trabajo en casa.

Estas actividades se enfocan a mostrar la aplicación de los temas y conceptos tratados a lo largo de la unidad didáctica en diferentes campos de la actividad humana cotidiana. En estas actividades se propone a los estudiantes talleres interactivos en algunas páginas web, de forma tal que se facilite la integración de nuevas tecnologías como la internet a la enseñanza de la química, la cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas, al tiempo que ayudan de una forma dinámica y novedosa a ampliar y afianzar los conceptos expuestos a lo largo de la unidad didáctica. Algunas de las actividades aquí planteadas, le motivan al estudiante para que realice una integración amable y didáctica de las tecnologías de la información y la comunicación con el desarrollo de temas como cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. Se proponen actividades encaminadas a fortalecer el trabajo grupal e individual, así como la realización de consultas bibliográficas que amplían el panorama conceptual del estudiante, pues es él mismo quien decide la profundidad y la extensión de su consulta bibliográfica y así tratar de evitar mostrarles límites conceptuales a los estudiantes mientras realizan sus consultas.



El programa guía de actividades consta de setenta y dos actividades. Para cada una de ellas se presentan los comentarios para el docente los cuales le ayudan a comprender la razón por la cual se propone la actividad, lo que se espera lograr con la realización de la misma, las posibles desventajas o situaciones adversas con las que se puedan encontrar los estudiantes al momento de resolverlas y, según el caso y tipo de actividades, con indicaciones específicas que se deben tener en cuenta para la correcta realización.

Con la aplicación del instrumento para determinar cambios en los conceptos de los estudiantes de Estequiometría después de la aplicación de la Unidad Didáctica se busca hacer un diagnóstico en los estudiantes que conforman el grupo de investigación, de los constructos conceptuales a los que hayan logrado llegar a partir de la realización de las actividades planteadas en el programa guía de actividades. Debe tenerse en cuenta que la totalidad de los estudiantes que participaron en la investigación son estudiantes del programa de tecnología Química o Química Industrial, lo cual significa que muy posiblemente ellos tengan otros cursos en los cuáles interactúen con los conceptos fundamentales abordados durante este programa guía de actividades, los analicen, los apliquen y puedan identificar otros escenarios en los cuales ellos pueden aplicarlos para así lograr aprenderlos de un modo significativo y a largo plazo. El instrumento en mención consta de diez preguntas, las cuales son extractadas de actividades propuestas en el programa guía y en instrumentos aplicados en otros momentos durante este trabajo investigativo.

Para observar las actitudes de los estudiantes frente al trabajo de clase y frente al trabajo durante las sesiones prácticas, se recurrió a grabar videos durante las clases en las que se llevaron a cabo las actividades propias de esta investigación. Este tipo de observación es de tipo no estructurada y donde el observador participa durante las sesiones de trabajo que importan para esta investigación. La observación es de tipo individual (un solo observador) y se realiza en la vida real, es decir es un trabajo de campo durante las clases de un curso de estequiometría.

Eventualmente, y en momentos de casos especiales, se realizan entrevistas con la finalidad específica de obtener alguna información importante para la indagación que se realiza. En este caso son entrevistas no estructuradas. También se realizan observaciones de diario de clase de algunos estudiantes para determinar el cambio conceptual y actitudinal que se refleja en la solución de ejercicios, en el tipo de explicaciones que se les da a algunos fenómenos de la vida cotidiana u otros y el tipo de redacción que se utiliza para expresar y referirse a los conceptos de cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas.

Esta investigación se lleva a cabo en un curso de Estequiometría de la Universidad Tecnológica de Pereira y los instrumentos se aplican en diferentes momentos del curso, específicamente en aquellos en los cuales se realizan actividades propias del objeto de estudio de esta investigación. Los instrumentos pueden aplicarse de manera simultánea para complementar la observación

aunque esto no siempre es necesario, pues en ocasiones el concurso de uno solo de ellos basta. Los momentos específicos en los que se aplican los instrumentos dependen del transcurso del contenido temático y de los momentos en los que se está trabajando sobre aquellos conceptos sobre los que se pretende influir en la unidad didáctica.

La unidad de análisis de esta investigación está determinada por los estudiantes que constituyen el grupo de trabajo dentro del curso de estequiometría, pues se pretende implementar una unidad didáctica que facilite el cambio conceptual en los estudiantes inscritos al curso. La variable dependiente en esta investigación, la constituye los cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales que se generan en los estudiantes. La variable independiente está dada por las concepciones de los estudiantes a cerca de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. La variable interviniente en esta investigación está representada por la unidad didáctica que se ejecuta para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.

En la elaboración del informe final de investigación se tomaron en cuenta los lineamientos sugeridos por el profesor Lerma, (2003), en su libro: El documento final de investigación.

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 6.1 RESULTADOS SEGÚN EL TEST DE LIKERT, INSTRUMENTO UTILIZADO PARA DETERMINAR LA ACTITUD DE LOS ESTUDIANTES FRENTE A LOS CONCEPTOS DE CUANTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS Y DE RELACIONES EN MEZCLAS HOMOGÉNEAS.

En el cuestionario tipo test de likert se utilizó la siguiente escala de medición: 1: Muy en desacuerdo, 2: En desacuerdo, 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4: de acuerdo y 5: Muy de acuerdo. Se pretende determinar, para cada estudiante participante en esta investigación, que tan de acuerdo o que tan desacuerdo se encuentra frente a un determinado objeto frente al cual se pretende determinar su actitud. Se deberá observar que una persona muy favorable hacia el objeto actitudinal tiene una gran probabilidad de dar una respuesta muy cercana a 5 y por el contrario, una persona muy desfavorable, de dar una respuesta cercana a 1, así lo plantea Elejabarrieta e Iñiguez (1984).

Inicialmente se realizan los análisis de las respuestas dadas por los estudiantes a cada pregunta y al final se recogen los análisis del instrumento en general para determinar el diagnóstico que se puede construir a partir de los resultados.

Para analizar las respuestas se observaron las puntuaciones obtenidas para cada ítem según la totalidad de los encuestados. Como cada ítem podía obtener una puntuación máxima de 5 y una mínima de 1, y como se tenía una población de 15 encuestados, esto significa que para cada ítem se podía obtener una puntuación máxima de 75 y una mínima de 15. Con esta información se procedió a analizar el comportamiento para cada ítem según las respuestas dadas. Además, con esta misma información se pueden obtener datos porcentuales para cada ítem, los cuáles se interpretan como hasta que ~~la~~ tanto+por ciento, los encuestados, están de acuerdo con la afirmación. Se interpretan los porcentajes bajos, como una medida de la poca aceptación de los encuestados hacia la afirmación que se esté observando, y porcentajes altos, como una medida de la alta aceptación de los encuestados hacia la afirmación, pues si un ítem obtiene porcentajes altos, es debido a que también ha tenido puntuaciones altas y, cabe recordar que en el test tipo likert utilizado, la máxima puntuación es de 5 y corresponde a estar ~~mu~~ muy de acuerdo+ con la afirmación. Con la totalidad de las puntuaciones obtenidas para cada ítem también se puede determinar el promedio grupal frente a este ítem.

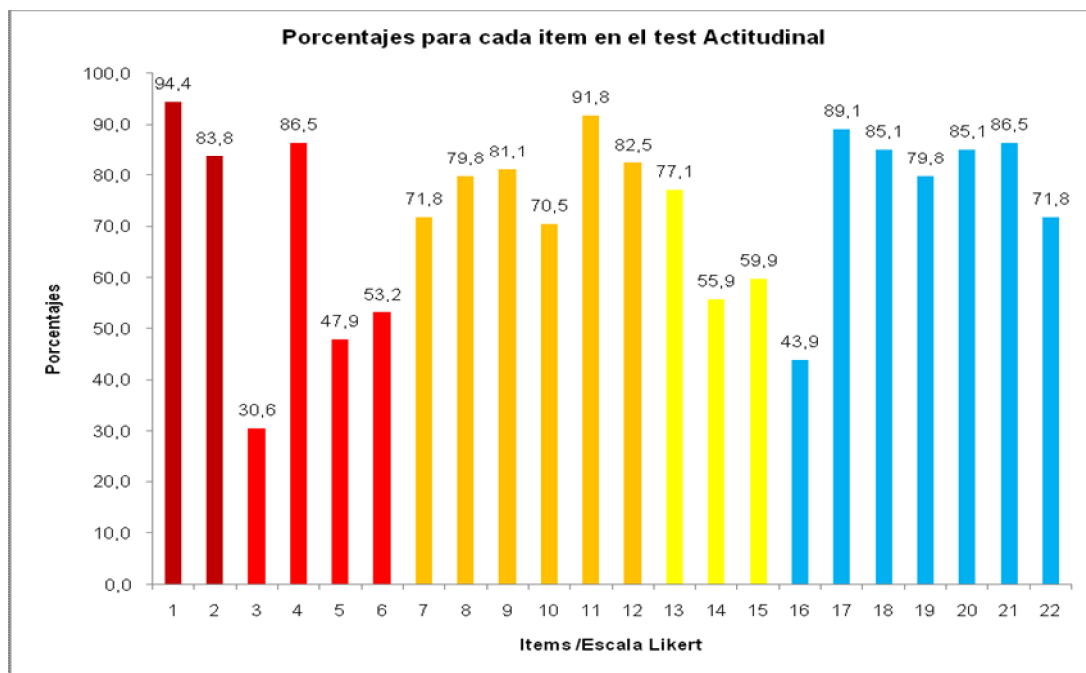
La siguiente tabla muestra los resultados de la aplicación del test de Likert, la puntuación acumulada, el promedio grupal y el porcentaje para cada ítem.

Tabla 1. Resultados de la aplicación del test de Likert

Items/LIKERT	Estudiantes participantes de la Investigación.															Puntuación Total	Promedio	Porcentajes
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	71	4,7	94,4
2	4	5	3	5	4	5	4	4	4	5	4	3	4	5	4	63	4,2	83,8
3	1	2	2	1	2	1	2	1	3	2	1	2	1	1	1	23	1,5	30,6
4	3	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	65	4,3	86,5
5	2	2	3	3	3	2	2	1	4	2	2	2	1	3	4	36	2,4	47,9
6	2	2	2	3	3	4	4	1	4	2	2	3	1	3	4	40	2,7	53,2
7	5	5	3	5	2	4	4	1	4	2	5	4	2	3	5	54	3,6	71,8
8	5	5	2	5	4	5	4	5	5	3	5	2	2	5	3	60	4,0	79,8
9	4	5	4	5	4	4	4	5	4	3	2	4	3	5	5	61	4,1	81,1
10	4	5	4	5	2	2	4	2	3	3	5	4	2	3	5	53	3,5	70,5
11	5	2	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	69	4,6	91,8
12	5	4	4	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	4	3	62	4,1	82,5
13	1	5	3	5	4	4	4	3	4	4	3	4	5	5	4	58	3,9	77,1
14	5	3	2	1	4	1	4	2	3	3	3	2	4	4	1	42	2,8	55,9
15	1	4	2	5	3	1	4	3	4	2	4	3	4	3	2	45	3,0	59,9
16	2	2	3	1	3	2	2	1	3	2	3	2	2	3	2	33	2,2	43,9
17	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	67	4,5	89,1
18	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	2	4	4	64	4,3	85,1
19	4	4	3	5	4	4	2	5	4	4	5	4	4	4	4	60	4,0	79,8
20	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	64	4,3	85,1
21	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	65	4,3	86,5
22	1	3	3	5	4	4	2	5	3	3	4	5	4	4	4	54	3,6	71,8

El siguiente gráfico ha sido realizado con base en los datos de la tabla que muestra los resultados de la aplicación del test de Likert.

Figura 1. Porcentajes para cada ítem en el test actitudinal.



El test de Likert utilizado para determinar las actitudes de los estudiantes frente a la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas presenta grupos de afirmaciones que pretenden indagar por diversos aspectos, es decir: las primeras dos afirmaciones buscan indagar por la actitud frente a las clases, las afirmaciones 3, 4, 5 y 6 buscan indagar por la actitud de los estudiantes frente al significado de la estequiometría. Las 7, 8, 9, 10, 11, y 12, pretenden indagar por las actitudes de los estudiantes frente a los conceptos de sustancia pura, mezclas homogéneas y heterogéneas, molécula, átomo y fases, estas afirmaciones buscan indagar a los estudiantes por las actitudes frente a conceptos macromoleculares de la materia. Las afirmaciones 13, 14 y 15, buscan indagar en los estudiantes por sus actitudes frente al concepto de mol, cantidad de sustancia y posibles relaciones existentes en el estudiantado entre dichos conceptos y su aplicación en el mundo macroscópico. Las afirmaciones 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22, pretende indagar por las actitudes de los estudiantes frente a las posibles relaciones que se puedan presentar entre la estequiometría y su posible aplicación en diferentes aspectos de la vida cotidiana de ellos mismos.

Indagar a los estudiantes por estos aspectos permite tener una serie de elementos de valor para incluir en la unidad didáctica actividades que busque por fortalecer

estos aspectos y buscar hacer la unidad didáctica mas acercada a las necesidades reales de los estudiantes, es decir, proponer una unidad didáctica lo más ajustada posible a la realidad.

El ítem 1 plantea la siguiente afirmación: A las clases de Estequiometria se debe llegar con la mejor actitud positiva posible. De los 75 puntos posibles, este ítem obtuvo 71 y un promedio de 4.7. Esto significa que la mayoría de los encuestados están muy de acuerdo con el hecho de que la actitud es un factor importante en el desarrollo de las clases de estequiometría y que además se debe propender por mostrar la mejor y la más positiva posible. El porcentaje de estudiantes de acuerdo con esta afirmación fue del 94.4%.

El ítem 2 plantea la siguiente afirmación: La mejor manera de hacer una clase de Estequiometria es de forma activa en donde yo participe en un alto grado. Este ítem obtuvo una puntuación de 63 y un promedio de 4.2. Esto se puede entender como la aceptación explícita de parte de los estudiantes hacia una participación activa en clases de estequiometría en donde ellos desempeñen un papel protagónico en su propio proceso de aprendizaje y no desempeñen el simple papel de receptores del conocimiento. 83.8% de los encuestados están de acuerdo con esta afirmación. Esta pregunta proporciona elementos claves para tener en cuenta en la formulación de la unidad didáctica, pues debe prestarse atención al hecho de que los estudiantes reclamen papeles activos dentro del desarrollo de los programas académicos. La unidad didáctica debe incluir actividades donde los estudiantes desempeñen papeles activos en sus procesos de aprendizaje.

El ítem 3 plantea la siguiente afirmación: La Estequiometria es un conocimiento propio de la química que solo servirá para pasar la materia y solo durante un semestre. Esta es una afirmación opuesta a cerca del concepto verdadero de la estequiometría y de los futuros usos de la misma en la formación de los Químicos Industriales y tecnólogos químicos de la Universidad tecnológica de Pereira, según lo muestran los propios programas de formación y los diálogos con los egresados de ambos programas. Con esta afirmación se buscaba preguntarles a los estudiantes por su actitud frente a tal aseveración (sabiendo ellos implícitamente que la estequiometría es algo que necesitarán durante todo el ejercicio de su carrera). El puntaje obtenido por este ítem fue de 26 y el promedio de 1.5. Esto deja al descubierto que los estudiantes no están de acuerdo con esta afirmación (opuesta al concepto verdadero) lo cual permite suponer que la mayoría de los estudiantes están de acuerdo con que la estequiometría no solo servirá para aprobar el curso sino también durante el ejercicio de toda su carrera y aun durante su vida profesional. El 30.6% de los encuestados están de acuerdo con esta afirmación. En la Unidad didáctica será muy importante tener en cuenta esta tendencia del curso al momento de proponer las actividades con las que se intentarán abordar los temas de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.



El ítem 4 plantea la siguiente afirmación: La Estequiometría es útil en todas las situaciones en las que vivo cotidianamente. La puntuación obtenida para este ítem fue de 69 con un promedio de 4.3, lo cual indica que la mayoría de los encuestados están de acuerdo con dicha afirmación. Esta afirmación es totalmente contraria a la afirmación anterior y que un 86.5% de los encuestados estén de acuerdo con ella, pone en evidencia el desacuerdo que se tuvo con la afirmación del ítem anterior. La mayoría de los estudiantes están de acuerdo con la utilidad que presenta la estequiometría en la vida cotidiana.

El ítem 5 plantea la siguiente afirmación: En la estequiometría solo se estudian unidades físicas para expresar la concentración de soluciones. Debe recordarse que las unidades para expresar las relaciones en mezclas homogéneas son físicas y químicas, estas últimas llevan incluido el concepto de mol. El puntaje obtenido por este ítem fue de 36 y un promedio de 2.4. Este puntaje puede significar que en buena parte de los estudiantes no se conocen las diferentes unidades utilizadas para relacionar las sustancias en mezclas homogéneas. Un 47.5% de los encuestados estuvieron de acuerdo con esta afirmación, significando esto que casi la mitad del curso desconoce que también existen unidades químicas y que se utilizan durante el curso de estequiometría. Esta es otra evidencia de la necesidad de incluir en la unidad didáctica actividades que propendan por fortalecer este tipo de conceptos en los estudiantes. El siguiente ítem apunta a preguntar por las unidades químicas y con los resultados obtenidos allí se podrán obtener más aseveraciones.

El ítem 6 plantea la siguiente afirmación: En la estequiometría, solo se estudian unidades químicas para expresar la concentración de soluciones. Esta afirmación en cierta forma es complementaria a la anterior, pues esta hace alusión explícita a las unidades químicas solamente. El puntaje obtenido por este ítem es de 40, con un promedio de 2.7 y un 53,2% de los encuestados estuvieron de acuerdo con la afirmación. Esto significa que este porcentaje de estudiantes aceptan la existencia de dichas unidades de medición, aunque esto no da luces importantes para detectar si ellos desconocen la existencia de otras unidades de medición. En la Unidad didáctica se debe tener en cuenta este aspecto para favorecer la construcción de conocimiento escolar en cuanto a las unidades físicas y químicas para relacionar las sustancias en mezclas homogéneas.

El ítem 7 plantea la siguiente afirmación: Una sustancia pura está constituida por átomos o moléculas de un solo tipo, respectivamente. Con esta afirmación se busca inquietar a los encuestados por la naturaleza corpuscular de la materia, es decir, por la visión corpuscular que ellos tengan acerca de la materia, pues se les sugiere abiertamente las palabras átomos y moléculas. Una mayor puntuación para este ítem sugiere que la mayoría de los encuestados se han apropiado en gran medida de este concepto, que ya lo conocen y dominan en un grado importante. Puntuaciones bajas sugieren que en la unidad didáctica se deben proponer actividades que fortalezcan la apropiación de este tipo de conceptos y la

construcción de conocimiento científico escolar frente a la naturaleza atómica y molecular de la materia. La puntuación obtenida en este ítem fue de 54, con un promedio de 3,6. Esto significa que en los estudiantes aun falta fortalecer la construcción de conocimiento científico escolar frente a este aspecto en la enseñanza de las ciencias. El 71.8% de los encuestados está de acuerdo con la afirmación. Esto significa que para un 28,2% de los encuestados este concepto aun no está bien construido.

El ítem 8 plantea la siguiente afirmación: Una mezcla homogénea está constituida por Diferentes sustancias y conforman una sola fase. La afirmación pretende indagar a los encuestados por el conocimiento que tengan acerca de las mezclas homogéneas, del número de fases que se presentan en ella y por la relación que pueda existir entre número de componentes y número de fases (en una mezcla homogénea, se presenta solo una fase). 60 puntos obtenidos para este ítem y un promedio de 4.0 Indican que en la mayoría de los encuestados tienen un concepto claro acerca de las mezclas homogéneas. Un 79,8% de los encuestados así lo confirman. En la unidad didáctica se pueden incluir actividades que ayuden a fortalecer lo que ya se sabe de este concepto.

El ítem 9 formula la siguiente afirmación: Una molécula es la agrupación de átomos de igual o diferentes elementos. Esta afirmación intenta indagar en los encuestados por los conocimientos que tengan acerca de la naturaleza corpuscular de la materia, así como en la afirmación 7. Los encuestados deben revisar sus construcciones conceptuales acerca de molécula, átomos y elementos. Estos son algunos de los conceptos importantes e implícitos en el desarrollo de la unidad didáctica. 61 puntos obtenidos para este ítem, lo cual corresponde a un promedio de 4.1, indican que la mayoría de los estudiantes si tiene ideas claras de estos conceptos un 81.1% así lo confirman.

El ítem 10 formula la siguiente afirmación: Un átomo es la representación física de un elemento. Esta afirmación también busca indagar por la naturaleza corpuscular de la materia y confirmar que para los estudiantes sea algo cotidiano el uso de este concepto dentro de su léxico en el ambiente formativo. Los puntajes para este ítem dan a entender que tal cosa si está sucediendo, pues 53 puntos y un promedio de 3.5 sugieren un grado de seguridad aceptable para emitir esta afirmación. 70.5% de los encuestados así lo confirman. No obstante en la unidad didáctica se deben tener en cuenta el 29.1% que aun no dan una respuesta positiva y formular actividades que les ayuden a fortalecer el concepto de átomo, molécula y sustancia pura.

El ítem 11 plantea: Las mezclas pueden ser homogéneas y heterogéneas. Con esta afirmación se pretende indagar si los estudiantes ya han construido conocimiento científico escolar en torno al concepto de mezclas homogéneas y heterogéneas. Los resultados para esta prueba así lo sugieren, pues un 91.8% de los encuestados así lo confirman con un promedio de 4.6 y un total de 69 puntos.

Estos valores representan un diagnóstico muy significativo a tener en cuenta en la propuesta y desarrollo de la unidad didáctica.

El ítem 12 plantea la siguiente afirmación: Las fases presentes en una mezcla determinan el tipo de mezcla. Este ítem es complementario del anterior, pues pregunta por la consecuencia de la presencia de dos o más fases en una mezcla, es decir, por el tipo de mezcla que se puede generar cuando se tienen más de una fase. También se asume que el estudiante debe tener definido en algún grado lo que significan las fases dentro de una mezcla. Los resultados sugieren que el 82.5% de los encuestados así los confirman y que el promedio de los encuestados, 4.1, permite hacer este tipo de confirmaciones. Esta situación se convierte en una gran fortaleza para tener en cuenta al momento de la formulación de la unidad didáctica.

El ítem 13 plantea: El Mol existe. Mol es la magnitud de cantidad de sustancia determinada en el sistema internacional de unidades y mol (con ~~%~~+minúscula) es la unidad que se utiliza para referirse a esta magnitud. Con esta afirmación se trata de indagar si la población encuestada reconoce la existencia de la magnitud de cantidad de sustancia y su respectiva unidad. Que esta afirmación haya obtenido un 77.1%, evidencia que la mayoría de los encuestados aceptan la premisa en cuestión (promedio de 3.9). Este ítem obtuvo 58 de 75 puntos posibles.

El ítem 14 plantea: Es ilógico hablar de moles de zapatos, camisas, lápices, cuadernos y demás. Con esta afirmación se pretende que los estudiantes dejen al descubierto si les es fácil hacer la relación de la unidad utilizada para cuantificar la cantidad de sustancia con objetos de la vida cotidiana como camisas, lápices y otros. En la cotidianidad de un supermercado es normal hablar de decenas, docenas y arrobas de sustancias, pero no lo es tanto para hablar de moles de cosas. Resulta que una mol de cualquier sustancias contiene  $6.022 \times 10^{23}$  unidades (es una cantidad de sustancias muy elevada) y este grupo de unidades se utiliza específicamente para referirse a partículas exageradamente pequeñas como átomos o moléculas. Aunque esto no significa que no se pueda hacer la analogía con moles de objetos del mundo macroscópico, pues al tratar de agruparlos será posible descubrir que tal cantidad de cosas es tan elevada que puede que no exista en la naturaleza. 42 puntos de 75 posibles, para un 55.9% muestran que al interior de la población de estudiantes encuestados aun existe un número significativo de estudiantes que no logran concebir la posibilidad de usar este concepto para denotar cantidades de objetos del mundo macroscópico. Un promedio grupal de 2.8 así lo confirma. Esta es una señal más del tipo de actividades que se deben procurar en la unidad didáctica para satisfacer estas necesidades y ayudar al estudiantado a construir conocimiento científico escolar frente a este tema. El ítem siguiente también apunta indagar por la necesidad de haber apropiado este mismo concepto.

El ítem 15 afirma: Un átomo o una molécula se pueden contar. Cuando en el curso de estequiometría se le sugiere al estudiante realizar cálculos para determinar qué cantidad de una sustancia se necesita para preparar determinada solución, se le está pidiendo que cuantifique átomos y/o moléculas. Para hacer esto deberá usar la relación solicitada, por ejemplo alguna molaridad, porcentaje u otra relación. A partir de allí deberá usar el peso atómico y/o molecular para determinar la cantidad de sustancia necesaria, expresada en gramos. Pero también a partir de la cantidad de sustancia determinada, en masa, se pueden hallar las moles de dicha sustancia y con la constante de Avogadro, poder hallar el número de átomos o moléculas necesarias, es decir, que cuando se cuantifica masas de sustancias, indirectamente se están cuantificando átomos y moléculas. Entonces se formuló esta afirmación para diagnosticar al grupo frente al hecho de cuantificar sustancias, átomos y moléculas.

Este ítem obtuvo una puntuación de 45 (de 75 posibles) para un promedio de 3.0. Esto diagnostica un grupo en el cual para un poco menos de la mitad del curso no es totalmente claro el hecho de que cuando se están pesando masas de sustancias, realmente se están cuantificando las partículas de esas sustancias, es decir se están cuantificando átomos (si la sustancia es un elemento) o moléculas (si la sustancia es un compuesto). Esta afirmación obtuvo un porcentaje de 55.9% significando que para un poco menos de la mitad del curso este concepto aun no es claro.

Y este diagnóstico se convierte en una necesidad clara que se le plantea a la unidad didáctica para que al interior de la misma se formulen actividades que busque ayudarle al estudiante a construir su propio conocimiento científico escolar en torno a este concepto.

El ítem 16 afirma: Los científicos se caracterizan por trabajar en laboratorios y solo ellos entienden cosas muy complejas. Esta afirmación pretende indagar por la visión que tienen los estudiantes acerca de la ciencia, de las posibles deformaciones que ellos hayan consolidado según su propia experiencia en las clases de ciencias naturales y de la misma visión que se les haya brindado de las personas que hacen ciencia, a quienes se les llama científicos. Probablemente para los estudiantes, los científicos son aquellos que se la pasa trabajando en un laboratorio (de química o física), usan delantal blanco, son poco sociables y saben muchísimo de cosas muy difíciles de entender y pareciera que sólo ellos tienen la potestad de comprender los secretos de la ciencia y el conocimiento. También puede ser que ellos consideren que los científicos solo existen en países desarrollados y que será muy difícil llegar a interactuar con ellos en persona. Puntuaciones muy altas para esta afirmación, significará una aceptación en gran medida de la afirmación y por lo tanto, reforzará la idea de una visión deformada de la ciencia. Si la puntuación obtenida para esta afirmación es baja, deberá entenderse esto como que los encuestados no están de acuerdo con esta premisa

y dejarán al descubierto que probablemente los estudiantes manejen una visión de la ciencia no tan distanciada de la realidad.

Esta afirmación obtuvo 33 puntos de 75 posibles, para un 43.9%. Con estos resultados se puede interpretar que para un poco más de la mitad del curso, la visión que poseen de la ciencia no se encuentra deformada de una manera considerable. No obstante en la formulación de la unidad didáctica se debe considerar esta situación para proponer actividades que busquen por fortalecer en los estudiantes visiones claras, objetivas y cercanas a la realidad de las ciencias naturales y el papel importante que desempeña dentro de una sociedad. El promedio obtenido para esta afirmación fue de 2.2, con lo cual se confirma lo expuesto en este mismo párrafo acerca de la interpretación de los resultados de la misma.

El ítem 17 afirma: Puedo usar Estequiometría para Determinar la calidad del aire que respiramos. Cuando se plantea esta afirmación se está interrogando al estudiante directamente por una de las muchas aplicaciones posibles de la estequiometría en la vida cotidiana, pues para determinar la calidad del aire que se respira, se debe recurrir a mediciones de parámetros fisicoquímicos. Este tipo de mediciones implica que se deban hacer algún tipo de reacciones químicas, de cuantificar los resultados, de interpretarlas y de sacar conclusiones acerca de los datos obtenidos. Por esto es que se considera que la estequiometría es un conocimiento importante en el desarrollo de pruebas para control de calidad de diferentes productos y sustancias en muchas líneas de producción a nivel industrial. Si se quisiera determinar la calidad del aire que se respira en determinado lugar, se deben realizar pruebas (en el mejor de los casos, cromatográficas), las cuáles se analizarán según parámetros estequiométricos. Puntuaciones altas para esta afirmación puede significar que para los estudiantes es claro la utilidad de la estequiometría para aplicarla en las situaciones de la vida cotidiana, además, que la misma es importante en muchos de los procesos que a diario se viven en una sociedad con el objetivo de brindar un mejor bienestar a los integrantes de una comunidad, por ejemplo cuando se hacen análisis fisicoquímicos en alimentos, materias primas y productos terminados, en diferentes líneas de producción. Esta afirmación fue puntuada con 67 de los 75 puntos posibles. 89.1% de los estudiantes indicaron estar de acuerdo con la afirmación y el promedio grupal fue de 4.5. Con esto se evidencia un muy buen escenario para el tipo de actividades que se propondrán en la unidad didáctica, significando esto que si bien ya se cuenta con algunos conocimientos previos acerca del tema, también podrá proponerse actividades que fortalezcan este componente.

El ítem 18 plantea: Puedo usar la Estequiometría para Determinar si una persona posee azúcar en la sangre. Al igual que la afirmación anterior, esta también plantea una situación en la que se puede evidenciar el uso de la estequiometría como un conocimiento que es susceptible de ser usado en el plano médico, lo cual



representará utilidades muy importantes para una comunidad, en este caso, la comunidad que posea enfermedades asociadas al exceso de azúcar en la sangre. Si bien los cálculos estequiométricos asociados a este tipo de determinación, no son objeto de estudio en el curso de estequiometría en la Universidad Tecnológica de Pereira, en estos cursos si se pone el estudiante en contacto con las reacciones básicas que le permitirán en un futuro cercano, comprender las ecuaciones que representan cambio en la materia a nivel bioquímico y que tienen que ver especialmente con reacciones enzimáticas. La afirmación pretende indagar en el estudiantado por la posibilidad que éste considera de aplicar los conocimientos estequiométricos en diferentes campos del saber, tal como la medicina. Este ítem obtuvo una puntuación de 64 (de 75 posibles) y un promedio grupal de 4.3. Esto puede entenderse como una aceptación implícita del grupo frente a la afirmación en mención y como la evidencia de que, para la mayoría del grupo, la estequiometría puede también representar utilidades en otros campos del conocimiento. Es especialmente valioso este diagnóstico puesto que para la mayoría del estudiantado, parece evidente la existencia de una relación entre la estequiometría (implícita en la Química) y otros campos del conocimiento.

Este diagnóstico debe tenerse en cuenta al momento de formular diversas actividades en la unidad didáctica, pues con actividades que lleven al estudiante a formular y aceptar relaciones entre la estequiometría, la Química y otros campos del conocimiento, permitirán dejar al descubierto que ningún campo del conocimiento es autosuficiente y que en las ciencias naturales es típico reconocer relaciones en donde diferentes campos del conocimiento convergen para mirar un mismo objeto del conocimiento desde diferentes ópticas y así lograr caracterizar de una mejor manera alguna situación problema. Según los resultados obtenidos, el 85.1% de los encuestados se mostró de acuerdo con la afirmación.

El ítem 19 afirma: Puedo usar la Estequiometria para preparar un café, jugo o agua de panela. Esta afirmación pretende indagar por la aceptación que los estudiantes tengan de la posibilidad de hacer uso de la estequiometría en lugares de la vida cotidiana como lo es su propia casa y dentro de la misma, en un espacio destinado para la preparación de los alimentos. La afirmación pretende indagar si los estudiantes consideran posible la existencia de relaciones entre la estequiometría y acciones cotidianas en un hogar como es la preparación de los alimentos. En la preparación de los alimentos es necesario establecer relaciones numéricas en masa y/o volumen entre los diferentes ingredientes a utilizar en la preparación de cualquier tipo de alimento. Aunque la unidad didáctica planteada según los fines de esta investigación está pensada para sustancias y cuantificación de las mismas en mezclas homogéneas, el tipo de relaciones entre los componentes de una alimento también se pueden cuantificar con algunas de las unidades contempladas en el curso de estequiometría, aunque los componentes de los alimentos no sean sustancias, desde el punto de vista estrictamente químico. Respuestas elevadas, numéricamente hablando, significaría que los encuestados están de acuerdo con el tipo de relaciones



estequiometría-preparación de los alimentos en el hogar, y ahondando en la interpretación, podría considerarse la evidencia de que los estudiantes consideren relaciones entre la estequiometría y sus usos y los procesos implicados al interior del hogar. Si bien la afirmación indaga por relaciones estequiometría-preparación de alimentos, también podría indagarse por posibles relaciones entre estequiometría y otros procesos tales como preparación de mezclas para limpieza en el hogar, preparación de bebidas, de otro tipo de alimentos, de productos para limpieza de pisos, cueros, vidrios, madera y metales entre otros.

Esta afirmación obtuvo un puntaje de 60 para un promedio de 4.0, lo cual brinda elementos suficientes para suponer que el análisis hecho en párrafos anteriores es aceptable, además, hasta en un 79.8% de los encuestados manifiestan su aceptación por la afirmación.

El ítem 20 plantea: Puedo usar la Estequiometría para preparar una torta o pastel. Esta afirmación pretende indagar por la misma relación que pretendía indagar la afirmación anterior. Se puede analizar esta afirmación con el mismo argumento y desde el mismo punto de vista utilizado para la afirmación anterior, ya que considerar la estequiometría durante la preparación de una torta o pastel se puede considerar como utilizar las relaciones estequiométricas en la preparación de un alimento. Este ítem obtuvo una puntuación de 64 y un promedio de 4.3. Hasta en un 85.1% de los encuestados mostraron aceptación por esta afirmación, con lo cual se puede suponer que las conclusiones a las que se llegó con el análisis de la afirmación anterior, se pueden aplicar al análisis de esta afirmación.

No obstante, es importante considerar estos resultados para la formulación de actividades en la unidad didáctica que terminen por consolidar estas relaciones.

El ítem 21 afirma: Puedo usar la Estequiometría para preparar concreto para pegar ladrillo. Esta afirmación pretende indagar por las posibles relaciones que los estudiantes consideren entre los conocimientos impartidos en los cursos de estequiometría y una de las actividades de la vida cotidiana en la industria de la construcción, la preparación de mezcla para el fraguado del cemento. Cuando se preparan mezclas de este tipo, los operarios deben saber manejar una proporción másica entre los materiales a utilizar, usualmente arena, piedra delgada o mediana, agua y cemento. Esta proporción usualmente es de conocimiento al público y empírico en la mayoría de los casos. Con los conocimientos en estequiometría se podría de una manera sencilla, determinar las proporciones másicas entre los distintos componentes de esta mezcla, más aún, se podrían establecer diferencias y semejanzas entre las proporciones másicas de los componentes según el uso que se le pretenda dar a la mezcla y según el tipo de cemento utilizado. En conclusión, la idea es indagar en los estudiantes si ellos consideran la posibilidad de relaciones entre el conocimiento estequiométrico y la preparación de mezclas para el fraguado del cemento. 65 puntos otorgados por los encuestados a esta pregunta, se constituye en evidencia de la existencia de la relación en mención. El promedio del curso para este ítem fue de 4.3 y hasta en

un 86.5% de los estudiantes que respondieron al cuestionario, están de acuerdo con la afirmación.

El ítem 22 plantea: La Estequiometría me ayuda a comprender las actividades que significan el diario vivir. Después de haber indagado al estudiantado por los usos y relaciones de la estequiometría en diferentes aspectos de la vida cotidiana, se les propone una afirmación que generalice las relaciones entre la estequiometría y las actividades que signifiquen el diario vivir. La puntuación otorgada para esta pregunta fue de 54. El promedio grupal estuvo en 3.6. Si bien la información dada por el análisis de los datos indica que más de la mitad del curso acepta la generalización, también esto deja al descubierto la necesidad de plantearse actividades dentro de la unidad didáctica para fortalecer este tipo de asociaciones y para ayudarle a los estudiantes a entender la posibilidad de la existencia de relaciones entre el conocimiento estequiométrico de relaciones en mezclas y muchas de las actividades que se realizan en el diario vivir. Aunque cabe aclarar que la mayoría de las sustancias utilizadas en el diario vivir no son puras sino que son mezclas. Hasta en un 71.8% de los encuestados manifiestan estar de acuerdo con la afirmación.

## 6.2 RESULTADOS SEGÚN EL INSTRUMENTO UTILIZADO PARA DETERMINAR LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LOS ESTUDIANTES DEL CURSO, FRENTE A LOS CONCEPTOS DE CUANTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS Y DE RELACIONES EN MEZCLAS HOMOGÉNEAS.

El instrumento utilizado para este objetivo consta de 10 preguntas abiertas, todas ellas relacionadas con la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas (tema central de esta investigación) y con el instrumento utilizado para determinar las actitudes de los estudiantes hacia el curso de estequiometría y específicamente hacia los temas acerca de los cuáles trata este estudio investigativo.

Los cuestionarios respondidos por los encuestados se numeraron del 1 al 15 y después de citar cada respuesta textualmente, se escribe entre paréntesis, la letra E y el número del cuestionario donde aparece la respuesta que se está citando.

A continuación se presenta un análisis de las respuestas dadas a cada pregunta del instrumento, se hace especial énfasis en aquellas que puedan brindar elementos importantes para ser tenidos en cuenta durante la formulación de las actividades incluidas en la unidad didáctica.

Pregunta 1: ¿Con cuál actitud considera usted que se debe llegar a una clase del curso de estequiometría?

Con esta pregunta se pretende indagar por la actitud con la que los estudiantes piensan que se debe asistir a un curso de estequiometría. Cabe recordar que

dentro de los temas contemplados para que sean impartidos en el curso de estequiometría, se encuentra el de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, es decir, la pregunta hace referencia a la totalidad del curso, no específicamente al tiempo académico destinado para la ejecución del tema de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.

Algunas de las respuestas que cabe resaltar son:

Con la disposición de aprender, de apropiarnos de conocimientos nuevos+ (Estudiante 1, E1). La actitud debe ser buena, es decir, se debe venir a la clase con ganas de aprender y con respeto en las clases+(E2). Esto evidencia que para los estudiantes es importante una buena actitud al momento de asistir a las clases del curso, también es importante las ganas de aprender y de apropiarse de nuevos conocimientos, elementos claves para incluir en el diseño de la unidad didáctica.

Me gusta que para todo buen desempeño a parte de aptitud hay que poseer también actitud, entonces debería ser muy buena puesto que es una materia muy importante que requiere de ganas y conocimiento+ (E4). Me gusta que ante todo debemos tener disponibilidad para aprender, la estequiometría es muy importante, por tanto es fundamental tener una buena actitud frente a la clase+(E5). Con la mente clara, abierta, despejada+(E10). Me gusta que predisposición a aprender y enfocado en la clase+(E12). Con mucha disponibilidad porque se requiere de mucha atención para entender los detalles fijados de cada tema+(E13). Con agrado, con ganas de aprender, con la mente despejada, es decir con ánimo y la mente despejada+(E14).

Estas respuestas evidencian que frente al grupo, se puede contar con que ellos tienen claro la actitud con la que deben llegar a clase, que será una actitud positiva y que favorecerá el aprendizaje y la generación de conocimiento científico escolar durante las actividades planteadas en la unidad didáctica. Esto significa un detalle importante a tener en cuenta, pues esto indica la calidad y la intensidad de las actividades que se deben plantear para manejar la motivación durante la ejecución de las actividades dentro de la unidad didáctica.

Pregunta 2: ¿Cómo sugiere usted que se lleven a cabo las clases de estequiometría, es decir, que aspectos le gustaría a usted que se tuvieran en cuenta para realizar durante la misma?

Se pretende con esta pregunta indagar a los estudiantes acerca del tipo de actividades que ellos mismos consideren importantes para ser incluidas durante la ejecución de las actividades propias del desarrollo del tema de cuantificación de sustancias y específicamente de aquellas actividades que se propondrán durante la unidad didáctica para abordar los temas propios de esta investigación.

Algunas de las respuestas más significativas se citan a continuación. Una clase divertida debe ser dictada por el profesor y los alumnos, el espacio en que ambos

intercambien conocimientos y se pueda salir de la monotonía educativa (emisor-receptor)+ (E1). %Debe ser una clase didáctica con actividades que ayuden al estudiante a aprender mejor como talleres y tareas+(E2). %Pues no se puede dejar de lado la pedagogía educacional ortodoxa, en la que el profesor es el guía, aunque sería muy bueno traer libros de la biblioteca y leer los temas acordes a la clase (en la misma) y hacer la socialización con el profesor para exponer dudas+(E4). %Es primordial que el estudiante entienda y que el grupo posea disposición para un trabajo entre profesor y alumno+(E5). %Exposiciones, salidas al tablero, ejercicios para resolver+(E8). %Debe ser una clase didáctica, y que en ella se den muchas oportunidades para avanzar en este curso+(E9). %Que tuviera más en cuenta el esfuerzo por aprender+(E10). %La manera adecuada es presentar el tema, explicarlos y hacer ejercicios que lleven a terminar de entenderlo+(E12). %Me parece importante que ningún profesor se guíe sólo por un método para resolver los ejercicios, es decir, con o sin fórmulas, sino que le permitan al estudiante realizarla por el método que más cómodo se sienta+(E13).

Estas respuestas dejan al descubierto que para los estudiantes es importante la realización de actividades que les signifique precisamente eso, ser agentes activos durante las clases, ser ellos mismos los principales actores durante la generación de conocimiento científico escolar y no limitarse a desempeñar un papel pasivo durante las actividades académicas que se proponen para el desarrollo de los temas de esta investigación. Los estudiantes proponen exposiciones, momentos de socialización, salidas al tablero, ejercicios de lápiz y papel y %clases didácticas+. Esto es un elemento diagnóstico importante para tener en cuenta al momento de planear las actividades que harán parte del programa guía que se propondrá durante la unidad didáctica.

Pregunta 3. Esta pregunta se diseñó con la idea de hacer un diagnóstico de lo que significa para los encuestados la estequiometría, de lo que para ellos significa y de los preconceptos que los estudiantes tienen acerca de la estequiometría. La pregunta formulada es: ¿Cuál es su idea o concepción de lo que es la estequiometría?

Algunas de las respuestas que llamaron especialmente la atención son las siguientes: %Ciencia que me permite cuantificar y definir la cantidad de elementos que componen un determinado elemento creado o a crear (producir) (E1). %Es una rama de la química que se especializa en los compuestos de la materia+(E2). %El aprendizaje de la medición y una básica para otras materias+(E3). %Que es la rama que se deriva de la química por medio de la cuál hacemos cálculos y construimos ecuaciones+(E4). %Siempre he creído que la estequiometría es la matemática de la química, también lo relaciono con la medida de lo que nos rodea+(E5). %Pues que es la parte de la química o rama que se encarga de las medidas y composición de los materiales+(E6). %Es un tipo de ciencia que se usa para medir las proporciones y cantidades necesarias o presentes en diferentes procesos o mezclas químicas+(E7). %Es una materia fundamental donde se utiliza

la matemática+ (E8). %Es la forma de calcular la cantidad necesaria que se va a utilizar de un reactivo, sustancia, ñ en el laboratorio+ (E9). %Cálculos matemáticos pero de química+ (E10). %Las matemáticas de la química, cálculos acertados+ (E11). %Es como la aritmética de la química, o sea todo lo que se refiere a las cantidades numéricas+ (E13). %No sabría definir en sí que es, pero creo que es la base de la carrera, dado que con esto podemos solucionar cantidad de preguntas, problemas o inconvenientes que más que sean químicos son matemáticos+ (E14).

Según las respuestas emitidas por los estudiantes, parece que para la mayoría del grupo es claro de qué se trata la estequiometría, de que en el desarrollo del curso se van a encontrar con operaciones matemáticas y que estos temas se constituyen en el fundamento del conocimiento científico escolar que soportará en gran medida el tipo de razonamiento y acciones que utilizarán durante gran parte del tiempo que se dediquen a cuantificar relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas para ejecutar algún procedimiento químico en el laboratorio y fuera de él. En la unidad didáctica, se debe tener en cuenta este factor para fortalecer las actividades que se propondrán y que buscan generar aprendizajes significativos en los estudiantes.

Pregunta 4. ¿Cuál o cuáles considera usted que son las utilidades de la estequiometría, es decir, para qué sirve la estequiometría? Las siguientes son las respuestas más significativas dadas por la población encuestada. %Definir la cantidad de elementos constituyentes en un proceso químico, medir con exactitud las proporciones de los elementos que conforman un producto+ (E1). %Sirva en muchos aspectos por ejemplo para conseguir un dato desconocido conociendo ciertas propiedades de un material+ (E2). %Las cuáles nos sirven para el desarrollo óptimo de las prácticas de laboratorio y nuestra profesión+ (E4). %Creo que es importante para determinar la medida, cantidad y composición de todo lo que percibimos (cuantificar)+ (E5). %Tiene mucha importancia en los laboratorios además de la interpretación de las reacciones para llevar a cabo experiencias. Y en la vida.+ (E6). %Para el mejor aprovechamiento de todas las sustancias en un proceso, para calificar la calidad de los productos+ (E7). %Para afrontar los problemas o situaciones que se nos pueda presentar en la química o laboratorio+ (E8).+Para cuantificar+ (E10). %Para desarrollar el pensamiento, química-vida cotidiana+ (E11). %Para determinar valores, proporciones, medidas adecuadas para llevar a cabo en la experimentación+ (E12). %Para todo, es tan importante para preparar desde una torta, hasta un producto industrial a gran escala+ (E13). %La estequiometría sirve para cuantificar, para hallar solución, para determinar infinidad de cosas, como lo dije anteriormente, es la base de todo+ (E14).

Estas respuestas permiten entender que para la mayoría de los estudiantes es evidente que la estequiometría es importante, más allá de las aplicaciones que se le pueda dar dentro del curso y de los laboratorios. Algunos consideran que la estequiometría es útil inclusive en actividades cotidianas por fuera de contextos meramente escolares, como %preparar una torta+ y %en la vida+. Parece necesario



tener en cuenta que este tipo de respuestas pueden indicar la necesidad de implementar actividades dentro de la unidad didáctica, que potencie en los estudiantes la idea de que los usos de la estequiometría pueden hacerse evidentes en la mayoría de las actividades de la cotidianidad y que usualmente son actividades que no están en contextos escolares. Esto haría que los estudiantes amplíen el panorama académico y de utilidad de este conocimiento y que en el considerarlo presente en actividades cotidianas, se permita la generación de aprendizaje escolar y significativo con más y mejores anclajes conceptuales. Es mirar la estequiometría como algo de uso no solo exclusivamente con fines académicos o para aprobar una prueba académica, es mirar la estequiometría como de presente en gran parte del diario vivir.

Pregunta 5. Como cree usted que puede utilizarse la estequiometria en las siguientes situaciones:

a. Determinar la calidad del aire que respiramos. b. Determinar si una persona posee azúcar en la sangre. c. Preparar un café, jugo o agua de panela. d. Preparar una torta o pastel. e. Preparar concreto para pegar ladrillo. f. El funcionamiento de una pila.

Con esta pregunta se pretende indagar en los estudiantes por el tipo de asociación que ellos hacen de la estequiometría con actividades de la vida cotidiana. Algunas actividades son de beneficio para la comunidad tal como determinación de la calidad del aire, preparación de concreto y funcionamiento de una pila. Usos clínicos, como determinación de azúcar en la sangre. Usos domésticos, como la preparación de alimentos. Las siguientes fueron las respuestas más significativas dadas por los encuestados.

• Todas las situaciones giran en torno a dos palabras claves del estudio de la estequiometría (determinar-preparar) La estequiometría me brinda la oportunidad de aprender qué sustancias y qué cantidad debo utilizar a la hora de preparar determinado elemento, en este caso un café, torta, etc+ (E1). • Se utiliza el porcentaje de los compuestos del aire. Se utilizaría las proporciones de cómo se quiere el café o el agua panela es decir, cuantas cucharas de café por tanto de agua. Se hace una reacción entre los componentes de la torta para obtener la de mejor calidad. Usando la fracción para hacer que la mezcla sea homogénea+(E2). • En la proporción de los gases nocivos y no nocivos. En ppm. Midiendo las proporciones que muestra una mejor calidad de la sustancia+ (E3). • Medir las cantidades de cada componente y saber si existen otros elementos ajenos a la composición del aire y determinar que tan perjudicial podría ser. Medir los niveles de glucosa y compararlos con los límites establecidos por la medicina (mínimo y máximo). Se debe tener en cuenta que tanto de cada cual se va a preparar para así poder mezclar las proporciones adecuadas+(E4). • En su composición química. Las proporciones de los componentes en ella. Para saber qué cantidad se debe mezclar. Para medir los ingredientes+ (E5). • Determinar cuáles y en qué proporción son los componentes del aire. Comparar con la medida exacta para



que estos queden al gusto, o sea, agregar estrictamente lo necesario, en la medida exacta. Mezclar los elementos en la proporción necesaria para que los ladrillos queden firmes+ (E6). %Al analizar los diferentes componentes del aire podremos saber que tanta contaminación contiene, es decir, en qué proporción sus componentes son los adecuados para nosotros. Según la cantidad de azúcar que se encuentre en la sangre, por ejemplo, gramos de azúcar por litro de sangre se puede determinar diferentes enfermedades que puede tener alguna persona. Para saber que tanta cantidad de cada componente se debe usar para que quede como se desea. Mezclar todos los componentes en las proporciones indicadas. Utilizar la cantidad justa para que quede de una buena calidad pero sin desperdiciar materiales. Saber cuánto voltaje producirá según los componentes que tenga+(E7). %Por medio de cálculos podemos descifrar que tan buena es el aire que respiramos y que parte de este puede ser dañino. Si, ya que por la cantidad de azúcar agregada al café se puede determinar si quedó dulce o simple. Si, ya que conociendo las proporciones de cada sustancia que contiene una torta se puede determinar lo que se gasta y lo que se pierde. Por cada cantidad de arena, van los de cemento para que este quede bien preparado+(E9). %Calculando la proporción de impurezas. Calculando la concentración de la glucosa en ella. Definiendo bien la proporción de cada ingrediente. Calcular para que quede bien preparado en la proporción. Calcular la proporción del cemento para que quede bien pegado el ladrillo+(E10). %Para medir en qué proporción se encuentran los gases contaminantes frente al oxígeno. Para calcular los niveles de azúcar, en que porcentaje se encuentran en una muestra de sangre. En general, en estos casos la estequiometría sería útil para determinar en qué proporción se deben tener cada uno de los componentes, para que el producto sea de mejor calidad+(E12). %Si el aire tiene, en niveles más elevados, otros componentes que no sean los de su composición (O, N, H). Basándose en los límites, se determina cuánta azúcar/sangre. Cuánto de un componente y cuanto del otro. Proporciones+(E14).

Todas las respuestas que se han citado textualmente, coinciden en que la estequiometría ayudará a cuantificar, a medir proporciones, a determinar masas, cantidades de sustancias necesarias para ser utilizadas, en determinar cuánto se debe tomar, medir o usar en determinado procedimiento. Esto se puede interpretar como una fortaleza, desde el punto de vista conceptual, pues en la formulación de la unidad didáctica, este hecho se debe considerar al momento de proponer las actividades del programa guía con el que se desarrollará el tema de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. Es un elemento muy interesante de resaltar que los estudiantes asocien en un alto grado la estequiometría con la cuantificación de sustancias, pues ese es uno de los constructos conceptuales importantes a generar y desarrollar durante este trabajo investigativo. Algunos estudiantes inclusive se refieren a determinación de concentraciones y esto deja al descubierto que ellos ya consideran la cuantificación de sustancias y de las relaciones entre ellas en mezclas, que pueden ser homogéneas (caso del aire) o heterogéneas (caso del concreto y otros). Las respuestas emitidas por los encuestados se convierten en un elemento

valioso para esta investigación, pues con ellas se puede dejar al descubierto que no se precisan de muchos esfuerzos para generar en los estudiantes el tipo de asociación estequiometría-cuantificación de sustancias, no obstante, se deben proponer actividades que, partiendo de este diagnóstico, refuercen en los estudiantes este tipo de asociaciones y amplíen el abanico de situaciones en las que se hace evidente el uso de la estequiometría, en ambientes cotidianos.

Esta pregunta hace alusión explícita y pretende ir en concordancia con uno de los objetivos fundamentales de la didáctica de las ciencias el cual consiste en privilegiar el análisis de problemas cercanos al estudiante, centrados en los intereses de los alumnos y no en el campo disciplinar (Tamayo Alzate, 2002).

Pregunta 6. ¿Qué unidades de cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas conoce usted? Puede decir ¿cuáles son las unidades físicas y químicas? Comente la diferencia entre ellas. Esta es una pregunta que indaga directamente por las formas de expresar las relaciones entre las sustancias en mezclas homogéneas. También se pregunta a la población objeto de estudio si ellos conocen las unidades físicas y químicas para expresar este tipo de relaciones y la diferencia entre ellas. Esta pregunta se formuló con la intención de indagar por los conocimientos previos de los estudiantes acerca de unidades físicas y químicas para expresar relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas tales como fracción y porcentaje másico, fracción y porcentaje en volumen, Molaridad, Molalidad y partes por millón, entre otras.

Del tipo de respuestas que se reciban para esta pregunta, depende en gran medida la intensidad y el tipo de actividades que se deberán proponer en el programa guía de actividades en la unidad didáctica. El tema al cuál se hace alusión específicamente con esta pregunta, es el tema central de la unidad didáctica que se pretende consolidar como resultado principal de este trabajo investigativo. Las respuestas más significativas para esta pregunta se relacionan a continuación.

Que las unidades químicas especifican las cualidades de la materia en cambio las físicas solo relacionan unidades en el espacio+ (E2).  $g / K / m^3$ . Físicas: masa, temperatura, volumen. Químicas: densidad. Físicas son las que se pueden notar a simple vista+ (E3). Unidades sistema Inglés e Internacional+ (E5).  $g/m^3$ ,  $g/m^3$ ,  $g/m^3$ ,  $g/m^3$ , molaridad, molalidad. Las físicas son:  $g/m^3$ ,  $g/m^3$  y  $g$  y las químicas molaridad, molalidad. Creo que la diferencia es porque las físicas miden la relación entre las propiedades que son constantes+ y las químicas las que varían+ (E7). La diferencia entre unidades físicas y químicas es que las físicas el ser humano los puede coger y las químicas no. Unidades: g, mol, ton, Kg, lb.+ (E9). No sé. %, L, ml, mol, ppm, ml+ (E11). No conozco unidades de cuantificación de relaciones de sustancias+ (E12). Las del SI y las del Inglés. Las físicas: lb, g, kg,  $\mu g$ , cm, mm, m etc. Químicas: moles, una, átomos, moléculas+ (E13).

El tipo de respuestas dadas por los estudiantes permiten dejar el descubierto que para la gran mayoría de los encuestados no es claro y/o no conocen las unidades de cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas. Respuestas como la dada por el estudiante 2, dejan al descubierto que no es clara la diferencia entre unidades físicas y químicas para expresar las relaciones entre las sustancias en mezclas homogéneas. Las unidades químicas son aquellas que implican el uso del concepto de mol y esto no es precisamente lo que el estudiante quiere decir con su respuesta. La respuesta del estudiante 3 deja al descubierto una confusión entre las unidades básicas y derivadas del sistema internacional, las propiedades intensivas y extensivas de la materia y las unidades físicas y químicas para expresar la relación entre las sustancias en mezclas homogéneas. El estudiante 5 deja al descubierto que para él no es clara la diferencia entre las unidades básicas del sistema inglés y el internacional; que son sistemas empleados para determinar mediciones de magnitudes básicas, es decir, propiedades que son susceptibles de ser medidas y las unidades de medición empleadas para cuantificación de sustancias y determinación de relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas. El estudiante 7 da una respuesta correcta de cuáles son las unidades físicas y las unidades químicas, pero al momento de justificar su respuesta plantea que las unidades físicas ~~%~~aiden la relación entre propiedades que son constantes+ y añade: las químicas las que varían. Con esto está dando a entender que las fracciones másicas y en volumen (primera parte de la respuesta) permanecen constantes y que sólo varían la molalidad y la molaridad (segunda parte de la respuesta). La justificación que el estudiante incluye en esta respuesta también se constituye en un error, pues tanto las unidades físicas y químicas plantean relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas y estas relaciones no son constantes y pueden variar de una mezcla a otra, otorgándole esto características específicas a cada tipo de mezcla. Esto es lo que marca la diferencia entre dos o más tipos de mezclas de las mismas sustancias. El estudiante 9 plantea que las unidades físicas pueden ser cogidas por el ser humano, entre tanto que las químicas no. Esto se constituye en una clara evidencia de error y puede ser que para esta persona se presente una asociación entre las propiedades físicas y el mundo macromolecular y que las propiedades químicas estén asociadas con el mundo atómico molecular, lo que se concluye es que el estudiante que aportó esta respuesta está incurriendo en un error. El estudiante 11 deja ver la enorme confusión que tiene entre unidades del sistema internacional, entre múltiplos y submúltiplos de las mismas y las unidades físicas y químicas para expresar las relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas. El estudiante 12 declara abiertamente no conocer ningún tipo de unidades físicas y químicas para expresar relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas y el estudiante 13 parece confundir unidades básicas del sistema internacional e inglés con algunos múltiplos y submúltiplos, con las unidades físicas para expresar relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas. También parece confundir unidades químicas con algunos conceptos utilizados para referirse a la materia en términos atómicos moleculares tales como átomos, moléculas, una y moles.

Las respuestas citadas para hacer el diagnóstico del grupo en términos de su relación o familiarización con las unidades físicas y químicas para la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, permiten ver que al interior del mismo existen deficiencias claras frente al tema en mención. Este diagnóstico es muy importante porque se constituye en una indicación clara del tipo de actividades que se debe proponer en el programa guía para fortalecer este tema, también indica que las actividades deben propender por ayudar al estudiante a construir conocimiento científico escolar frente a las unidades empleadas, a las diferencias entre ellas y a la posibilidad de hacerlas evidentes en muchos momentos diferentes de la cotidianidad. Ayudarles a utilizar correctamente el léxico y los términos específicos empleados para referirse a las mismas y a la materia vista desde una mirada atómico molecular, será otro de los objetivos que se pretendan con las actividades planteadas en el programa guía.

Pregunta 7. ¿Qué entiende usted por mol? ¿Puede citar ejemplos de la vida diaria donde sea evidente este concepto? El tema central de esta investigación lo constituye el diseño y la aplicación del programa guía de actividades para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de mezclas homogéneas. Para que esto sea posible, se debe diagnosticar en el grupo de investigación cómo se encuentran frente a las unidades empleadas para cuantificar sustancias y relacionarlas en mezclas homogéneas. Las relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas pueden ser físicas o químicas. Las relaciones químicas son aquellas que emplean el concepto de mol como unidad de medición de la cantidad de sustancia. Para que un estudiante pueda hablar con propiedad de las unidades químicas para expresar relaciones de entre sustancias en mezclas homogéneas, debe tener una apropiación, en un alto grado, del concepto de mol. Y esta es la razón por la cual se propone esta pregunta durante el instrumento para identificar los conocimientos previos de los estudiantes frente al tema central del programa guía de esta investigación. El concepto de mol es el puente que permite a las personas relacionar directamente las concepciones de la materia a nivel atómico-molecular con las concepciones de la materia a nivel macromolecular, es decir, el nivel en el cual viven las personas diariamente. Es el concepto que permite relacionar el hecho de que cuando se miden masas o volúmenes de alguna sustancia, realmente se están cuantificando átomos o moléculas (sea elemento o compuesto) de dicha sustancia. Es el concepto que permite aprender a mirar las mezclas homogéneas como una proporción de átomos o moléculas, de diferentes sustancias, presentes en un mismo recipiente y en un mismo estado físico. Del tipo de respuestas que se recojan frente a esta pregunta, se podrá determinar el tipo de actividades a incluir en el programa guía de actividades que se presentará en la unidad didáctica.

Las respuestas más relevantes halladas para esta pregunta, se relacionan a continuación.

%mol es la cantidad de materia que posee una molécula o un átomo+ (E2). %El concepto de mol casi no lo entiendo por ser una medida abstracta+ (E3). %Podemos agregar un mol de sal a la sopa, un mol de azúcar al café, etc. Mol es una unidad+ (E5). %Mol es la unidad con la cual se tiene una dicha cantidad de material y es propia de cada elemento o compuesto. Por ejemplo una mol de agua equivale a 18 g en cambio una mol de H equivale a un g+(E6). %Una mol es una unidad de medida utilizada para los elementos químicos. (E7). %Un mol de agua equivale a 1000 mL+(E8). %Un mol es  $6,706 \times 10^3$  atm+(E9). %Unidad para medir la cantidad de sustancia ej., en la composición de cada sustancia de un medicamento+(E10). %Mol es cantidad de sustancia, diría que en todo ya que todo está compuesto por alguna sustancia+ (E12). %Mol: una mol es la medida más pequeña que se puede tomar de un elemento químico+(E13). %Son partículas que se encuentran en un elemento, en sustancias,+(E14).

Las respuestas citadas para esta pregunta dejan entrever que no es del todo claro lo que significa el concepto de mol ni sus posibles usos en la vida cotidiana. A nivel atómico molecular, el tamaño de las partículas es tan pequeño que para poder cuantificarlas se ha necesitado agruparlas. Este grupo de partículas, llámese átomos o moléculas, se ha establecido de manera experimental que equivale a  $6,023 \times 10^{23}$  partículas. Históricamente, se ha atribuido a este número, el nombre de %Número o constante de Avogadro+. Cuando se tiene este número de partículas de determinada sustancia, se dice que se tiene un mol de dicha sustancia. Y un mol de cualquier sustancia tiene un peso que es igual a su peso atómico o molecular. Mol no es la cantidad de materia que posee un átomo o molécula, tampoco un mol de agua equivale a 1000 ml, tampoco un mol equivale a  $6,706 \times 10^3$  atm (recuérdese que atm -atmósferas- son unidades de medición de presión, la cual es utilizada para expresar la presión de los gases), tampoco es la medida más pequeña que se puede tomar de un elemento químico, tampoco son partículas que se encuentran en un elemento o en sustancias. Este tipo de respuestas permiten afirmar que para el grupo de estudio no es claro el concepto de mol, sus usos, aplicaciones y usos en la vida cotidiana y la forma en cómo este concepto ayuda a realizar miles de procedimientos a nivel industrial y doméstico.

Este diagnóstico indica que en la formulación del programa guía de actividades debe tenerse especial cuidado con este tema, debe propenderse por actividades que busquen fortalecer en los estudiantes la generación de conocimiento científico escolar frente al concepto de mol, debe proponerse actividades que favorezca la generación de aprendizaje significativo frente a este importante concepto, a partir del cual se podrá tener un mayor grado de certeza frente a la generación de aprendizaje significativo en cuanto a las unidades químicas para expresar la relación entre sustancias en mezclas homogéneas, es decir, las unidades que implican el uso del concepto de mol para referirse a la cantidad de soluto presente en una mezcla.



Pregunta 8. ¿Le parece lógico o apropiado hablar de mol de camisas, lápices, cuadernos u otras cosas? En el análisis de la pregunta anterior se especificó que un mol de cualquier sustancia equivale a tener  $6,023 \times 10^{23}$  partículas de dicha sustancia. Es posible considerar tener esta misma cantidad de unidades de otras cosas como lápices, camisas, cuadernos u otras cosas. El detalle del asunto está en que si se quisiera agrupar tal cantidad de artículos, posiblemente se llegaría a la conclusión de que ni aún agrupando la totalidad de los mismos que existan en el planeta, se podría lograr tal cantidad, porque el número e Avogadro es una cantidad tan grande que hace parecer corta la imaginación humana. De igual manera, la pregunta está dirigida a identificar en los estudiantes las posibles relaciones que ellos puedan hacer o que consideren como posibles, cuando se les propone usar el concepto de mol (comúnmente usado para referirse a la materia en términos atómicos moleculares) en relación con objetos del mundo macromolecular. Se espera que para la mayoría de los estudiantes no sea inapropiado hablar de moles de artículos, pues también se puede suponer normal hablar de decenas, docenas y centenas de átomos y/o moléculas. Las respuestas que más llamaron la atención según la presente investigación se citan a continuación.

%No, es un término apropiado en soluciones químicas+ (E1). %No. Pero la unidad mol es a nivel microscópico+ (E2). %Se que sería una cantidad enorme y sería innecesaria+ (E3). %No me parece, creo que puede haber otras unidades para nombrarlo+ (E5). %No sabría bien, creería que si, aunque sería tener mejor un mol de agua que la de un ladrillo ya que esta se cuenta según su peso molecular+ (E6). %No. Porque es un medida para átomos+ (E7). %No. Es una unidad pequeña utilizada fundamentalmente en la química+ (E8). %No ya que el término mol está relacionado en la química+ (E9). %No lo es+ (E10). %No sé, no creo+ (E11). %Si, ya que están compuestos por alguna sustancia+ (E12). %No, estas cosas no, creo que se debe utilizar el concepto de unidades+ (E13). %No porque son demasiados pequeños para referirse a algo tan grande+ (E14).

Nótese que los estudiantes no consideran la posibilidad de utilizar el concepto de mol apartado de los términos átomos o moléculas. Se nota en los estudiantes que esta asociación está estrictamente restringida al uso de los conceptos que describen la materia en términos atómicos moleculares. En general ellos no consideran posible utilizar el mol como unidad de cuantificación de partículas en el mundo macroscópico y sería interesante que el programa guía de actividades propusiera al estudiante considerar la posibilidad de realizar asociaciones del concepto de mol con la cuantificación de partículas del mundo a nivel macroscópico. Esto en si no se considera como una deficiencia, sino como la posibilidad de ampliar en los estudiantes el abanico de posibilidades de asociación del concepto de mol, desde su uso exclusivo refiriéndose al mundo atómico molecular, con el uso al referirse al mundo macroscópico.



Pregunta 9. ¿Cree usted que se puede contar átomos y moléculas? Justifique su respuesta. Con esta pregunta se pretende indagar en los estudiantes si para ellos hay total claridad a cerca de lo que hacen cuando se les pide que, usando el concepto de mol, determinen la cantidad que se necesita de determinada sustancia, para preparar alguna solución. Hacer esto, significa determinar masas o volúmenes de sustancias a medir, y como las mismas están representadas en átomos o moléculas, lo que realmente se hace es cuantificar estas partículas elementales. De forma tal que si es posible contar átomos y moléculas (haciendo uso del concepto de mol). Las respuestas más significativas para esta pregunta se citan a continuación.

%Átomos y moléculas son partículas muy pequeñas, no creo en contarlas+(E1). %No porque la cantidad de átomos y moléculas es muy grande y no hay la forma de verla+(E2). %Se pueden calcular a través de fórmulas, ¿pero contar?+(E3). %No es imposible puesto que son macroscópicas, necesitaría la herramienta adecuada para poder observarlos+(E4). %Depende de la situación+(E5). %Creo que si aunque es mucho mejor trabajar en átomo gramo, moles y gramos que en átomos, moléculas y uma+(E6). %Solo es posible usando el número de Avogadro+(E7). %Si, porque se puede utilizar unidades matemáticas, estequiométricas+(E8). %Si pero con instrumentos apropiados para dicha medición+(E9). %No es posible porque son unidades muy pequeñas+(E10). %Si, ya que las sustancias están conformados por varios átomos o moléculas, las cuáles son cuantificables+(E12). %No porque es algo tan pequeño que no puede verse a simple vista+(E13). %Tal vez si, en muestras pequeñas+(E14). Para los estudiantes 7, 8, 9 y 12 esto sí es totalmente posible, para las demás respuestas citadas esto no es posible y se justifican desde varios puntos de vista. Como se explicó anteriormente, si es posible cuantificar átomos y moléculas, de forma tal que estas respuestas le indican al programa guía de actividades que se deben proponer actividades para fortalecer en los estudiantes este concepto, para aclararles que si es posible hacer esto y que de hecho es una de los procedimientos más comunes en el laboratorio y hasta en la vida cotidiana. Ayudarles a los estudiantes a generar conocimiento científico escolar en torno a esta situación, debe ser un objetivo a lograr conjuntamente por las actividades que se incluyan en el programa guía de actividades.

Pregunta 10. ¿Cómo cree usted que trabajan los científicos? Con esta pregunta se pretende indagar en los estudiantes por las visiones que ellos tengan acerca de la ciencia, determinar si poseen visiones correctas, sanas y acercadas a la realidad de la ciencia o si tiene visiones distorsionadas y deformadas de la ciencia. Es importante hacerle entender a los estudiantes que la ciencia es susceptible de ser aplicada por cualquier ciudadano del común hasta el punto de volverse parte de nuestra cotidianidad. También es importante inculcarles que las ciencias no son de conocimiento exclusivo de unos pocos que trabajan en laboratorios y que parecen tenerle fobia a la vida social, sino que la totalidad de los procedimientos que se realizan en la cocina de la casa se llevan a cabo en gran cantidad de procedimientos también realizados en el laboratorio. Ayudarle a entender a los

estudiantes que en la actualidad no es posible concebir ninguna ciencia como aislada del mundo ni de las demás ciencias, sino que en la actualidad todos los saberes se presentan dinámicos y con diálogos entre sí, es importante que sea considerado dentro de las actividades que se propondrán en el programa guía de actividades. Las respuestas relevantes para esta pregunta, según los objetivos perseguidos con esta investigación, se muestra a continuación.

Con el conocimiento y la razón+ (E1). Trabajan contestando preguntas, notificándolas con términos científicos, lo que abarca todas las ciencias+ (E2). Aplicando teoremas, fórmulas y conceptos ya sea en laboratorio o en la vida diaria+(E3). Creo que de una forma exacta en cuanto a medidas se refiere y para ello se necesita la estequiometría+ (E5). Creería que dedicados a la experimentación de cosas que mejoren el planeta o la vida en él, pues basados en las teorías y demás cosas o sea trabajarían en la experimentación basados en algo teórico+(E6). Investigando y experimentando sobre lo que se desea hacer+(E7). Utilizando las matemáticas y cálculos+ (E8). Bajo mucha presión+ (E9). Haciendo estudios-investigaciones-elementos+ (E11). Los científicos trabajan principalmente haciendo uso de los experimentos para corroborar sus teorías, pues es la única manera por la cual pueden demostrarlo+ (E13). En forma empírica+(E14).

Estas respuestas indican que al interior del grupo de investigación se presenta una visión rígida, algorítmica e infalible de la ciencia, la cual se trata de una deformación que presenta al Método Científico+ como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente, resaltando lo que supone tratamiento cuantitativo, control riguroso, etc., y olvidando . o, incluso, rechazando- todo lo que significa invención, creatividad, dudañ (Furió, Mas. 2009). Con este diagnóstico se evidencia que en el programa guía de actividades deben incluirse propuestas que le ayuden al estudiantado a adquirir una visión de la ciencia más acorde con el mundo actual, contextualizada, teórica, que se nutre de una forma colaborativa de todos los campos del saber, que se permite responder a las necesidades y problemas históricos contextualizados, una ciencia que no es exclusivamente rígida y que se ajusta a estrictos algoritmos, una ciencia que no es exclusivamente analítica, acumulativa y lineal.

### 6.3 EL PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES Y SU APLICACIÓN.

El objetivo general de esta propuesta investigativa es diseñar y aplicar una unidad didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de estequiometría de la escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira. Con base en los instrumentos utilizados para determinar la actitud de los estudiantes frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, y con base en el instrumento utilizado para determinar

los conocimientos previos de los estudiantes del curso, frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. Se diseñó un programa guía de actividades desarrollado en una unidad didáctica de orientación constructivista para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría. Se busca que este favorezca el cambio en concepciones científicas, en actitudes hacia la ciencia y en prácticas cotidianas de quienes aprenden, mejorando el poder explicativo, el lenguaje utilizado, las predisposiciones de los estudiantes y las maneras como ellos ponen en práctica los conocimientos que van aprendiendo. (Mosquera, 2008)

El programa guía de actividades se diseñó inicialmente de acuerdo a un número de actividades aportadas con base en la experiencia y los conocimientos previos del investigador. Este grupo de actividades se consolidaron como la estructura básica del programa guía de actividades. Durante el tiempo que se llevó a cabo esta investigación, se programaron momentos de encuentro académico con los estudiantes en los cuales se proponía la realización de las actividades propuestas en el programa guía. En la medida en que se realizaban las actividades planteadas, se recibían por parte de los estudiantes una serie de valiosos aportes representados en sugerencias para modificar y/o incluir nuevas preguntas o actividades que podrían ayudar en la consecución de los objetivos de la unidad didáctica. También aportaban los estudiantes en el sentido de mostrar al investigador el tipo de dificultades que se les presentaban al momento de resolver las actividades, dificultades inherentes con la comprensión de la pregunta, con el tipo de procedimiento que se debía implementar para resolver la actividad, con el tipo de ecuaciones matemáticas necesarias para resolver la actividad, con el tipo de cifras significativas que se debían utilizar, con el razonamiento que se debía emplear para iniciar la resolución de la actividad, con el tipo de material de laboratorio que se debía utilizar para realizar el procedimiento descrito en la actividad, con el tipo de procedimiento a implementar en el laboratorio para cuantificar sustancias sólidas y/o líquidas, con los instrumentos de laboratorio necesarios para tal fin y con muchas otras situaciones que se convierten en un valioso insumo para realizar los ajustes pertinentes al programa guía de actividades. Esto significa que el programa guía de actividades ha estado, a lo largo de esta investigación, en continuo cambio para tratar de ajustarse en un alto grado en un programa guía de actividades idóneo y pertinente con las necesidades que el grupo exhibía durante este proceso investigativo. De manera tal que el programa guía de actividades que se presenta como resultado de esta investigación ha sufrido continuas evoluciones y aun este no se debe considerar como si se encontrara en un último estado, sino que se debe considerar la posibilidad de ajustarlo nuevamente según las necesidades que el contexto educativo (en constante cambio) le vaya mostrando. (Furió y Furió, 2009).

El programa guía de actividades para la enseñanza de la cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas en un curso de Estequiometría de la escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira, tiene como

objetivo fundamental lograr aprendizajes significativos y a largo plazo en los estudiantes del curso, además de convertirse en una experiencia novedosa en la enseñanza de la estequiometría, pues hasta el momento este tipo de propuestas no se habían hecho presente en la Universidad.

El programa guía de actividades cobra vida mediante una serie actividades que el estudiante debe ir desarrollando por su cuenta, supervisado por el docente encargado de la materia. En algunos momentos se realizan trabajo de tipo grupal en donde los subgrupos de trabajo, son de máximo tres integrantes.

Como toda propuesta de este tipo, inicialmente se presentan actividades que buscar introducir al estudiante en el tema general de la unidad didáctica, a través de la formulación de un problema, el cual se convierte en hilo conductor y es en el intento por solucionarlo donde finalmente el estudiante se da cuenta de la necesidad de abordar los contenidos. Las actividades iniciales también buscan activar los conocimientos previos de los estudiantes y despertar su interés por los contenidos de la unidad didáctica. Se incluyen lecturas que incitan a desarrollar el tema de la unidad, actividades que permiten explorar los conocimientos previos y detectar aquellas ideas erróneas derivadas de la experiencia cotidiana, sobre los conceptos del tema. Las actividades iniciales se sugiere desarrollarlas de manera individual. (Gil, 1990).

En las actividades siguientes o de desarrollo, se traen a colación los conceptos necesarios para avanzar en la solución del problema, a la vez que se van desarrollando en los estudiantes competencias de tipo actitudinales, conceptuales y procedimentales. Para ilustrar el tema se hace la respectiva exposición de los contenidos del mismo, presentando los conceptos y procedimientos básicos mediante una exposición clara a través de textos y algunas imágenes y/o gráficas. También se incluyen actividades prácticas de tipo grupal con las que se pretende que los estudiantes logren una mejor comprensión de los contenidos, los profundicen y los apliquen en la solución de situaciones problema de la vida cotidiana. Siempre se están proponiendo actividades que buscan ayudarle al estudiante a construir conocimiento científico escolar a través de la consecución de los objetivos de aprendizaje.

Cuando se plantean actividades de tipo teórico y práctico, se espera que los estudiantes conformen grupos de trabajo de máximo tres estudiantes para ejecutar el trabajo en el laboratorio. Las actividades propuestas buscan motivar en los estudiantes cambios conceptuales en los ejes interpretativo, argumentativo y propositivo. Al final de cada sesión de trabajo práctico, se proponen una serie de actividades complementarias a cada uno de los temas trabajados durante cada una de las sesiones que se realizaron en el laboratorio, para que sean resueltos en los mismos grupos de trabajo.

Las actividades complementarias, se plantean en una serie de actividades para que los estudiantes los resuelvan a manera de trabajo en casa. Estas actividades

se enfocan a mostrar la aplicación de los temas y conceptos tratados a lo largo de la unidad didáctica en diferentes campos de la actividad humana cotidiana. En estas actividades se propone a los estudiantes talleres interactivos en algunas páginas web, de forma tal que se facilite la integración de nuevas tecnologías como la internet a la enseñanza de la química, la cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas, al tiempo que ayudan de una forma dinámica y novedosa a ampliar y afianzar los conceptos expuestos a lo largo de la unidad didáctica. Algunas de las actividades aquí planteadas, le motivan al estudiante para que realice una integración amable y didáctica de las tecnologías de la información y la comunicación con el desarrollo de temas como cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.

Es conveniente solicitarle a cada estudiante que se aprovisione de un cuaderno de notas donde vaya escribiendo el producto de la realización de todas las actividades propuestas en la unidad didáctica, o al menos aquellas que el docente considere conveniente.

Eventualmente se realizan actividades en grupos de trabajo y se sugiere que estos grupos de trabajo no superen los tres integrantes, para facilitar así la generación de aprendizaje colaborativo. También se proponen actividades encaminadas a fortalecer el trabajo grupal e individual, así como la realización de consultas bibliográficas que amplían el panorama conceptual del estudiante, pues es él mismo quien decide la profundidad y la extensión de su consulta bibliográfica y así tratar de evitar mostrarles límites conceptuales a los estudiantes mientras realizan sus consultas.

El programa guía de actividades consta de setenta y dos actividades. Para cada una de ellas se presentan los comentarios para el docente los cuales le ayudan a comprender la razón por la cual se propone la actividad, lo que se espera lograr con la realización de la misma, las posibles desventajas o situaciones adversas con las que se puedan encontrar los estudiantes al momento de resolverlas y, según el caso y tipo de actividades, con indicaciones específicas que se deben tener en cuenta para la correcta realización.

Dentro del programa guía de actividades, cabe resaltar especialmente que se incluyen dos momentos de encuentro académico con los estudiantes, en donde se les propone actividades para ser desarrolladas en el laboratorio. Estos dos momentos se consolidan en las actividades número 32 y 45. Estas dos actividades se consolidan como los momentos propicios para que los estudiantes adquieran habilidades y destrezas en la ejecución de prácticas de laboratorio y, a manera de ilustración del tipo de actividades propuestas en el programa guía, se citan a continuación los enunciados de ambas y posteriormente los comentarios para el profesor.

A.32.Realice la Siguiente actividad en la cual se profundizará en los conceptos de Cuantificación de Sustancias y Mezclas Homogéneas. Siga el procedimiento



sugerido por el docente y si pretende incluir modificaciones, primero hágalas saber al profesor y analice la pertinencia de las propuestas. Esta sesión puede trabajarse en grupos de tres estudiantes como máximo. Para su realización se necesitarán algunos reactivos como Sulfato de Cobre Anhidro, Cloruro de Sodio, Hidróxido de Sodio, Sacarosa, Acido Sulfúrico, Acido Acético, Acido Clorhídrico, Etanol, Metanol y Agua (nótese que algunas sustancias son sólidas y otras son líquidas). También se necesitarán algunos materiales como Balanza, 4 Beakers de 50 mililitros (mL), 4 espátulas, 4 agitadores, 9 embudos, 5 pipetas graduadas de 5 mililitros, 5 pipeteadores, 1 frasco lavador, 9 frascos volumétricos de 100 mililitros. (Para ver la actividad completa, remítase al programa guía de actividades en los anexos de este informe de investigación)

*Comentarios A.32. Con esta actividad se pretende crear un escenario desde el cual los estudiantes y el docente puedan intercambiar libremente pensamientos, sentimientos, preguntas, actitudes y finalmente el docente pueda aprovechar estas situaciones para brindarles a los estudiantes ayudas ajustadas y facilitar en ellos la construcción de conocimiento científico escolar. Esta actividad es la oportunidad para que el docente también evalúe en sus estudiantes el grado de desarrollo de las técnicas de laboratorio necesarias para ejecutar correctamente el procedimiento propuesto. También se pretende con esta actividad generar espacios en los cuáles los estudiantes puedan afianzar los conocimientos en las relaciones de composición cuando se preparan soluciones, realizar cálculos estequiométricos que incluyan las relaciones de composición en fracción y porcentaje másico y en fracción y porcentaje molar, realizar cálculos estequiométricos que incluyan las relaciones de composición masa a volumen, tales como Molaridad y Molalidad e instruir al estudiante en las técnicas y métodos de preparación de soluciones para el uso en el laboratorio.*

A.45. Realice la siguiente actividad con la cual se profundizará en la Cuantificación de Sustancias y de Relaciones en Mezclas Homogéneas en balances sin Reacción. Siga el procedimiento sugerido por el docente y si pretende incluir modificaciones, primero hágalas saber al profesor y analicen la pertinencia de las propuestas. Esta sesión puede trabajarse en grupos de tres estudiantes como máximo. Para su realización se necesitarán algunos reactivos como Cloruro de Sodio comercial y Solución de Etanol al 98%. También se necesitarán algunos materiales como frascos volumétricos de 50 mL, 100 mL y 200 mL, Pipetas graduadas de 10 mL, 5 mL y 2 mL, Embudos de vidrio y cinta para rotular. Esta actividad consta de cuatro partes consecutivas, por esto es importante realizarlas en el orden establecido. (Para ver la actividad completa, remítase al programa guía de actividades en los anexos de este informe de investigación)

*Comentarios A.45. Utilizar el conocimiento científico escolar construido hasta este momento del desarrollo de la unidad didáctica en la solución de problemas específicos y que tienen total relación con los problemas a los cuales se enfrentan*

*los Tecnólogos Químicos y los Químicos Industriales, es uno de las principales objetivos que se persigue con esta actividad. También se pretende: Propiciar experiencias que generen en los estudiantes Cambios conceptuales en lo referente a preparación de soluciones y específicamente en los casos en los cuáles se presente adición de un solvente, adición de un soluto y mezclas de soluciones de diferente concentración para lograr una mezcla de concentración intermedia. Propiciar experiencias que conduzcan a un cambio conceptual en el estudiante frente a situaciones en los que se necesite realizar balances globales. Propiciar experiencias que conduzcan a un cambio conceptual en el estudiante frente a situaciones en las que se deban realizar una serie de diluciones y desarrollar en el estudiante la habilidad para comunicar el resultado de sus experiencias de laboratorio, las cuales ha llevado a cabo para contrastar sus hipótesis.*

De los momentos de encuentro académico en el laboratorio durante los cuales se realizaron las actividades en mención, se dejó constancia video gráfica y a continuación se citan algunos de los apartes más importantes. Para facilitar la forma de referirse a este material, los videos se organizaron por temáticas y en orden numérico. Los primero veinte minutos de la sesión académica se dedicaron a realizar la socialización de los procedimientos matemáticos necesarios para dar respuesta a los interrogantes. Por voluntad propia algunos de los estudiantes escribieron en el tablero las propuestas matemáticas que traían para dar respuesta al problema planteado en la actividad. La idea es ponerse de acuerdo en cuanto a la pertinencia o no del procedimiento y unificar criterios frente al procedimiento que se adoptará y utilizará. Así mismo, algunos de los estudiantes salieron al tablero para explicar los procedimientos que allí se habían redactado y poder dejar registro video gráfico de los mismos y su explicación.

Para la realización de la parte A de la actividad, adición de un diluyente, se les solicitó a cada estudiante que realizara los cálculos para determinar qué volumen de etanol al 98 % se necesita para preparar 100 mL de solución 0,5M y para determinar qué volumen de etanol al 98 % se necesita para preparar 100 mL de solución 3M. Para la parte B, cada estudiante debe realizar los cálculos para determinar qué volumen de etanol al 98% (densidad: 0,79547g/ml, a 20 °C) se debe agregar a 100 mL de Solución 0,5M para que la solución quede 1,5M. Para la parte C cada estudiante debe realizar los cálculos estequiométricos para determinar ¿cuál será la concentración de la solución final Si usted toma 25 mL de una solución 3M de etanol y la mezcla con 25 mL de una solución 1,5 M de etanol?

Cada estudiante debía presentar, a manera de ejercicio de lápiz y papel, los procedimientos matemáticos necesarios para dar respuesta a los interrogantes anteriores. En la solución matemática de estas dos preguntas cada estudiante debe incluir en orden lógico diferentes factores de conversión alusivos a las relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas, a las densidades de las

sustancias y a los diferentes valores de pesos moleculares. Cada estudiante debe usar cuidadosamente y con sentido lógico los valores de molaridad, porcentaje masa a masa, densidad de las soluciones, pureza, peso molecular, y volumen de solución a preparar. La correcta utilización de estos datos en la propuesta construida por cada estudiante para dar solución a los interrogantes, se constituye en una evidencia de que en los estudiantes se lleva a cabo una correcta generación de conocimiento científico escolar frente al tema de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. Esto permite aproximarse a la conclusión de que para ellos se está presentando situaciones que les facilita la generación de aprendizaje significativo (y que en efecto se está presentando) frente a este tema y que son capaces de incorporar correctamente los conceptos en mención para dar respuesta lógica y coherente a determinado interrogante.

Para que el estudiante pueda resolver los interrogantes planteados en estas actividades debe realizar tratamientos matemáticos teniendo en cuenta el pensamiento lógico que exige resolver situaciones en las cuáles debe considerar fenómenos de adición de masas, adición de volúmenes y conversión de unidades. También debe tener en cuenta el tipo de respuesta dada de acuerdo al estado físico de la sustancia por la cual se le está preguntando, pues estas respuestas difieren en las unidades empleadas si la sustancia es sólida o líquida.

La revisión de los procedimientos planteados por los estudiantes y entregados antes de iniciar la práctica permite identificar que para la totalidad de los estudiantes es claro lo que se debe realizar para lograr dar respuesta satisfactoria a los interrogantes de la actividad. Los procedimientos matemáticos planteados por ellos son claros, consistentes, lógicos y aceptables en materia del tratamiento estequiométrico de los datos; respetan y usan correctamente los factores de conversión, ubica correctamente los factores de conversión en el lugar que corresponde según el orden y procedimiento matemático planteado para dar respuesta a la actividad.

Cuando el estudiante pretende dar respuesta a los interrogantes alusivos a la parte D, Preparación de soluciones y Factores de Dilución, debe tener en cuenta que debe realizar los cálculos estequiométricos para determinar cuánto se necesita de Cloruro de sodio para preparar 100 mL de solución de 20 g/L. Proceder a pesar la cantidad anteriormente calculada y preparar la solución. Determinar a qué concentración, en partes por millón, equivale la solución anteriormente preparada. Suponer que a partir de esta solución, se requieren preparar 50 mL de solución de 1 ppm. Diseñar un plan de dilución con el mínimo número de etapas, teniendo en cuenta que se dispone de matraces de 50, 100 y 200 mL, dos de cada uno, y pipetas graduadas de 2, 5 y 10 mL. Discutir con sus compañeros la pertinencia del plan de dilución por él elaborado y ponerse de acuerdo para elegir el plan que más convenga. Ejecutar el plan de dilución escogido y preparar 50 mL de solución de 1 ppm.

Esta es la parte final propuesta durante la actividad y necesita de todos los conocimientos previos que el estudiante pueda tener acerca del tema de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. En el proceso de resolver esta actividad el estudiante debe ser capaz de ajustar un plan de dilución de una sustancia de concentración alta (cosa que se logra adicionando más solvente a la solución madre o inicial) según la disponibilidad de material de laboratorio con el que cuenta, además siguiendo las sugerencias teóricas para realizar el procedimiento, como no medir menos de 2 mL como alícuota, durante alguna etapa de dilución. Esta es la parte donde el estudiante debe hacer buen uso de todo su conocimiento del tema, para determinar el plan de dilución que él considere más apropiado para ejecutar. Debe ponerse especial atención al factor de dilución que se estime responde a las necesidades de la actividad y a la forma en que se va a descomponer en los factores que a su vez determinarán la dilución de la respectiva etapa. Cada factor indica el volumen de alícuota que se debe tomar (lo cual implica la disponibilidad de una pipeta adecuada) y el volumen al que se debería diluir, esto implica que se disponga de un frasco volumétrico de dicho volumen.

En los videos se dejan ver algunos aspectos que mencionan los estudiantes al momento de realizar esta actividad y ahora se citan apartes importantes.

Del video %5 Explicación Cálculos parte B Adición de un soluto+, Se puede deducir que para el estudiante es clara la situación problema, es claro lo que se le está pidiendo que realice y lo que se necesita mezclar para obtener la solución solicitada (tiempo transcurrido 00:25). El estudiante propone el realizar un balance de masa: %6 entonces si hacemos un balance de masa tenemos que la solución uno más lo que necesitamos de etanol nos da una solución tres+. El estudiante describe correctamente el balance de masa expresado en términos de ecuaciones algebraicas, describe correctamente la razón por la que incluye algunos factores de conversión para con esto lograr plantear el balance en términos de las mismas unidades: %6 entonces si la solución uno por la concentración, mas el volumen dos por la densidad, por la pureza, el peso molecular y el factor de conversión, para que todos nos quede en las mismas unidades + Durante la misma explicación, el estudiante incluye la posibilidad de realizar una equivalencia para con el volumen tres y dice: %6 si reemplazamos el volumen tres por el balance de masa nos daría que 0,1 L de la solución uno, mas el volumen dos, por la concentración tres + (tiempo transcurrido 01:25). Con este planteamiento, el estudiante está planteando que para él es clara la posibilidad de expresar el volumen (desconocido) de una solución en términos de otras variables que si se conocen, para dar respuesta al interrogante de la actividad. En el minuto 01:51, el estudiante expresa la necesidad de agrupar términos semejantes para poder realizar la operación algebraica que le llevará a despejar la variable que es objeto de averiguación %6 para dejar volumen dos en una sola parte + La final del procedimiento matemático, el estudiante determina que %6 el volumen dos es igual a 6,47 mL que

es el volumen de etanol que hay que agregar para que la concentración final nos quede 1,5 Molar+(tiempo transcurrido: 02:50)

Del video %Explicación cálculos parte C, mezclas en general+se pueden extraer apartes importantes: %Según el problema, vamos a partir de dos soluciones las cuáles vamos a mezclar y a la cuál le vamos a hallar la concentración final lo que vamos a hacer es hallar las moles presentes en cada solución+ (tiempo transcurrido 00:28). Con esta afirmación, el estudiante deja claro que comprende la situación problema, la información que le está brindando la situación, los datos de los que dispone, lo que se pretende hacer y lo que se debe hacer. %después sumamos las moles totales y el volumen lo consideramos aditivos+ (tiempo transcurrido 01:00). Queda en evidencia que para el estudiante es claro que en un balance de masa se pueden sumar las masas de las sustancias que están interviniendo en el procedimiento, ya que las masas son magnitudes de las sustancias que son susceptibles de ser medidas. Con los volúmenes de las sustancias se debe tener especial cuidado, pues los volúmenes de las soluciones sólo se pueden considerar aditivos si no existe entre ellos una diferencia considerable de temperatura (diferencia<20°C), si la diferencia de sus concentraciones no es mayor que el 20% (con datos expresados en porcentaje en masa, en volumen o en g/100 mL) y si el solvente es el mismo. El estudiante asume de una forma correcta que los volúmenes son aditivos y que con los datos totales de masa y de volumen, se puede determinar la molaridad final de la solución, ayudándose de la expresión de Molaridad, la cual establece que es la relación entre la masa de una sustancia, expresada en moles, con el volumen de la solución expresada en litros. (tiempo transcurrido 01:19).

Del video %Explicación Cálculos parte D Preparación de soluciones y factores de dilución+, el cual dura 02:34 minutos, se resaltan los siguientes apartes:

%En la primera parte nos piden realizar los cálculos para determinar cuánto se necesita de cloruro de sodio si tenemos 100 mL de solución y la concentración es de 20 g/L lo hay que determinar la concentración en partes por millón lo para poderlos pasar a partes por millón tenemos que pasar estos gramos a miligramos lo (El estudiante hace la descripción de los factores de conversión utilizados, el orden y el para qué del uso de los mismos) lo luego nos dicen, suponga que a partir de esta solución se requieren preparar 50 mL de solución de 1 ppm, entonces con esta formulita miramos el factor de dilución total lo (El estudiante explica la ecuación a utilizar para hallar el factor de dilución total) lo entonces tenemos que buscar que en las diluciones que hagamos que el factor sea 20000 lo (El estudiante realiza la descripción del plan de dilución a utilizar para resolver la actividad, explica las etapas de las que va a disponer, las alícuotas que va a tomar, los volúmenes a donde va a llevar la solución y los matraces que va a utilizar para preparar los 50 mL de solución de una parte por millón) lo entonces ya para mirar el factor de dilución total multiplicamos los tres factores de dilución, 100 por 20 por 10 y nos da 20000 que era el que



necesitábamos y de esta forma se obtiene la solución final que era la que nos pedían. La anterior descripción da a entender que el estudiante tiene una idea clara de la situación problema que está tratando de resolver, del procedimiento que va a utilizar, del tratamiento que va a realizar de los datos dados, de los factores de conversión que se deben emplear para dar respuesta a la actividad de forma clara y coherente, respetando el tratamiento lógico de los datos, las limitaciones de material de laboratorio para tomar las alícuotas y preparar las soluciones, todo esto según los planteamientos de la estequiometría.

Una vez se unificaron criterios con la totalidad del grupo frente a las propuestas presentadas por algunos integrantes del mismo grupo y se hayan resuelto las dudas que cada estudiante pudiera haber tenido frente a la práctica, se conforman grupos de trabajo de dos estudiantes y se les pide que ejecuten las propuestas planteada para responder al problema presentado en la actividad. A partir de allí se le pide a cada pareja de trabajo que genere un registro video gráfico de la consolidación de sus propuestas. Según la revisión hecha a cada registro se resaltan los siguientes aportes.

En este matraz, por cálculos estequiométricos, se toman dos gramos de cloruro de sodio y se aforan con agua hasta 100 mL (esta afirmación la hacía la estudiantes para referirse a la forma en que prepararon la solución madre) o como las partes por millón son miligramos por litro (posteriormente los estudiantes continúan describiendo el plan de dilución realizado, las alícuotas que tomaron y los factores de dilución aplicados) (Video: plan dilución Andrea y Carlos Iván)

En el video plan de dilución Camilo y Katherine, se observa que para los estudiantes aun persiste una confusión entre lo que significan los factores de dilución y su relación con el valor de la concentración de la solución madre. Si bien el factor de dilución total es de 20000 (el cuál se logra dividiendo la concentración de la solución inicial entre el valor de la concentración a la que se pretende llegar o solución final) y en este caso este valor también equivale al valor de la concentración de la solución inicial, expresada en partes por millón, esto es sólo una coincidencia, pues no se pretende hacer que el factor de dilución sea numéricamente igual al valor de la concentración de la solución inicial. Este error se evidencia de la afirmación: entonces multiplicando todo esto, con los dos mililitros, nos da 20000 que es lo que tenemos acá (lo dice mientras señala el valor de la concentración inicial). Aquí se evidencia un error en el hecho de multiplicar tres valores que son factores de dilución con un valor de volumen de alícuota, pues para hallar el factor de dilución total, se deben multiplicar solo los factores de dilución de cada una de las etapas incluidas en el plan de dilución.

De las catorce propuestas de planes de dilución, trece de ellas eran correctas, de las cuáles doce formularon propuestas fundamentadas en tres etapas de dilución y solo una de ellas, la de las estudiantes Lina Marcela y Viviana, propone cuatro etapas de dilución. Al final se puede concluir que al interior del grupo se ha avanzado significativamente en el tema de diluciones, esto se evidencia en el

léxico empleado para describir los fenómenos y situaciones propias de la actividad, en las explicaciones que dan para justificar sus decisiones y acciones concretas de pensamiento y acciones con miras a resolver la actividad. Es muy interesante resaltar el ambiente de confianza y seguridad que da el tener la seguridad de hablar de determinado tema con propiedad y con la certeza de saber a ciencia cierta de qué se está hablando y de poder opinar con convicción y seguridad. Esto es lo que se termina por percibir del grupo al momento de llegarse al final de este encuentro académico con los estudiantes dentro del espacio del laboratorio.

Después de haberse realizado este encuentro académico, se les pide a los estudiantes que realicen un informe de la actividad respondiendo preguntas específicas a cerca de los procedimientos realizados durante la misma y del razonamiento utilizado para proponer y ejecutar la práctica. Las preguntas que se les proponen a los estudiantes para que sean respondidas a manera de informe de la práctica, se les presentan a los estudiantes en forma de actividades, las cuales están contenidas en el programa guía de actividades. Las actividades en mención corresponden desde la 46 a la 52. Los enunciados y los comentarios para el docente se incluyen a continuación.

A.46. ¿Qué factores tuvo usted en cuenta para proponer un plan de dilución?  
¿Cuáles son las ventajas y desventajas del plan de dilución por usted propuesto?

A.47. ¿De qué manera considera usted que esta práctica le ayuda a comprender los temas de la unidad didáctica?

A.48. ¿Cuál de los procedimientos realizados durante la práctica, considera usted que le aportaron significativamente en su proceso de formación? ¿Por qué?

*Comentarios A.46, A.47 y A. 48. Estas actividades pretenden generar pequeños grupos de discusión y de análisis acerca del procedimiento práctico realizado en el laboratorio. Se busca que el estudiante aprenda a escuchar el resultado de sus pares y a comunicar y defender los resultados obtenidos, así como también saber escuchar las críticas constructivas que sus compañeros le realizan a sus resultados y justificaciones. Pretende que el estudiante aprenda a utilizar los resultados obtenidos en la consolidación o mutación de sus hipótesis. Esta actividad pretende desarrollar competencias de tipo Argumentativa, Propositiva e Interpretativa.*

A.49. Con la ayuda de sus compañeros, defina los siguientes conceptos:

a. Solución, b. Dilución, c. Solvente, d. Solute, e. Plan de dilución, f. Balance Parcial de masa, g. Balance global de masa, h. Solubilidad, i. Solución sobresaturada, j. Disolución, k. Solvatación, l. Solución diluida.

*Comentarios A.49. Es una actividad que pretende unificar criterios al interior del grupo frente a los conceptos tratados durante la práctica. Busca detectar algunas*

*inconsistencias entre el conocimiento científico escolar desarrollado por los estudiantes y el conocimiento científico que traen los libros de ciencias.*

A. 50. ¿Se presentaron reacciones químicas durante algunos de los procedimientos realizados? ¿En Cuáles?

*Comentarios A.50. Con esta actividad se pretende confirmar que los estudiantes sean claramente capaces de identificar las mezclas homogéneas y determinar la existencia o no de una reacción. Recordemos que se ha convenido que una mezcla es aquella combinación de sustancias en las cuáles no se presenta reacción alguna. En ninguna de las anteriores mezclas se presentan reacciones, de forma tal que es preciso dialogar con aquellos que opinan que sí se presentan y brindarles las ayudas ajustadas del caso.*

A.51. En hojas adicionales realice los cálculos estequiométricos necesarios para resolver los interrogantes de la presente práctica y entréguelos al profesor al terminar.

*Comentarios A.51. Se pretende confirmar que el estudiante demuestre acciones concretas de pensamiento y de producción que den evidencia de la construcción por parte del estudiante del conocimiento que le permite realizar operaciones Estequiométricas.*

A.52. Realiza un mapa conceptual de los temas tratados durante la práctica.

*Comentarios A.52. Los mapas conceptuales son una herramienta valiosa en el establecimiento de un diagnóstico acerca del cómo están asumiendo los estudiantes los nuevos conceptos y cómo Los están vinculando a su estructura cognitiva. Por medio de esta herramienta podremos saber si aún persisten deficiencias en los estudiantes para construir conocimiento científico escolar y qué tipo de ayudas ajustadas se les debe brindar para superar las deficiencias que aun se puedan presentar. Esta actividad se plantea a manera de cierre de una de las actividades de la Unidad didáctica, pues es necesario estar seguro de lo que los estudiantes están construyendo a nivel cognitivo.*

Una vez revisados todos los informes dados por los estudiantes, se puede observar que hay un alto grado de uniformidad en cuanto a sus opiniones frente a los que significó para ellos la actividad realizada durante el laboratorio (la cual lleva por nombre *Práctica de Balances sin Reacción*). La totalidad de ellos coinciden con lo significativo que resulta la actividad para fortalecer el proceso de construcción de conocimiento científico escolar frente al tema de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. Se notan avances significativos frente al léxico utilizado para describir las situaciones frente a las cuáles se pretende informar, también según el tipo de aplicaciones que ellos consideran puede tener este conocimiento en diversos campos de la vida cotidiana. De la totalidad de las respuestas dadas por los estudiantes frente a las actividades 46 a 52, las cuáles se consideran como informe escrito del trabajo realizado en el laboratorio para resolver la actividad 45, se extractan apartes

significativos según los objetivos de esta investigación, se analizan a la luz de los mismos y se citan a continuación.

Una ventaja para este plan de dilución propuesto es que con este procedimiento fácilmente se puede llegar a preparar la solución con la concentración deseada. Una desventaja sería que, si no se cuenta con los matraces volumétricos adecuados, no se podría llevar a cabo la experiencia en el laboratorio. El tema propuesto por el profesor, y trabajado en el laboratorio, enriquece nuestros conocimientos químicos a la hora de preparar soluciones y jugar con sus concentraciones+ Hoover A. y Paula A.

Consideramos que todos los procedimientos que realizamos durante la práctica nos aportaron significativamente, ya que por ejemplo si analizamos el plan de dilución, nos aporta demasiado a nuestro proceso de formación ya que utilizamos los conceptos básicos al crear las soluciones y cambiando su concentración. También aplicamos a la práctica conceptos teóricos, llegando a nuevas soluciones con nuevas concentraciones, variando concentraciones de menor a mayor y viceversa, conceptos que utilizaremos de ahora en adelante+Lina M y Viviana G.

La práctica ayuda a los estudiantes a comprender que los reactivos no siempre estarán en las concentraciones adecuadas o más apropiadas para desarrollar un trabajo en el laboratorio. Por esto es conveniente tener los conceptos de estequiometría básicos muy claros para poder emplearlos cuando sea necesario. Distinguir entre una solución concentrada y una diluida son conceptos elementales que se deben saber manejar correctamente. Esta unidad didáctica reforzó dichos conocimientos. El procedimiento que más aporta a la formación académica y/o laboral, es el de concentrar y diluir soluciones, debido a que en cualquier campo, constantemente se van a necesitar soluciones a determinada concentración y sucederá en diversas ocasiones que no se tienen dichas concentraciones, pero si se tienen unas, ya sean más diluidas o mas concentradas. El saber determinar estequiométricamente cuánto de soluto o solvente se debe agregar a una solución, es lo más importante que se aprendió en la unidad didáctica+Andrés Felipe y Laura Viviana.

La desventaja de este plan de dilución está en que al realizarlo, se tuvieron que medir volúmenes muy pequeños, como 2 mL y 1 mL, lo cual puede conllevar a que haya un factor de error más grande que si se hubiesen tomado volúmenes mayores; este plan de dilución tiene como ventajas, que se compone de pocas etapas (3) Esta práctica enriqueció el conocimiento del estudiante, ante todo en el tema de las soluciones, y en el cálculo que se debe realizar para prepararlas; por ejemplo se pudo ver, realizar y comprender, cómo de una solución de menor concentración, se puede obtener una de mayor concentración.

Se realizaron los cálculos correspondientes para preparar las soluciones, pero el hecho de llevar esto a la práctica, aclara dudas y da paso a nuevas y diferentes percepciones sobre el tema. (3) el hecho de llevar este plan de dilución a la

práctica fue un gran aporte a la formación, y aclaro muchísimo más el tema de las disoluciones y ante todo el de las concentraciones, porque desde una disolución de 20000ppm se obtuvo una de 1 ppm por medio de disoluciones sucesivas, por medio del plan de disolución que se desarrolló. +Ángela María y Sebastián.

Frente a este comentario se debe hacer claridad que al momento de socializar con el grupo el (los) procedimientos que se podían aplicar para dar respuesta a la actividad, se dejó claro que dentro de las normas estequiométricas que se debían aplicar, está la de no medir alícuotas inferiores a 2 mL, para disminuir el porcentaje de error inherente a este paso en el procedimiento de efectuar planes de dilución. Que los estudiantes hayan consentido medir un alícuota inferior a 2 mL dentro del plan de dilución por ellos planteados, se considera una desatención a lo dicho en el momento de la socialización del trabajo que se debía realizar para dar respuesta a la actividad.

Los factores que tuvimos en cuenta para proponer el plan de dilución fueron la concentración final a la que teníamos que llevar la solución, los matraces con volúmenes variados que teníamos disponibles y la cantidad de mL que debíamos obtener finalmente.

Existen muchas ventajas en la elaboración del plan de dilución: recordamos aspectos importantes de la estequiometría, aprendimos a obtener diferentes volúmenes de soluciones hasta llegar al objetivo propuesto y adquirimos mayor conocimiento acerca de la precisión y la exactitud cuando se miden volúmenes.

Las desventajas de nuestro plan de dilución fueron que debimos usar matraces con volúmenes mucho mayores a los que habían disponibles en la práctica, al usar matraces de mayor tamaño tuvimos que realizar varias veces los cálculos hasta obtener finalmente el volumen que necesitábamos, pero estas desventajas nos sirvieron para mejorar estos aspectos en prácticas futuras. (õ ) Aprendimos prácticamente a manejar sustancias y disoluciones con distintas concentraciones. (õ ) el procedimiento que más nos aportó en nuestro proceso de formación fue el de crear el plan de dilución, ya que nunca antes habíamos hecho ejercicios prácticos de este tipo, entonces, planes como estos nos ayudan a obtener volúmenes de soluciones con altas concentraciones por un plan diseñado previamente. Esta parte de la práctica nos llamó mucho la atención y aprendimos bastante del ejercicio. + Ximena y Laura María.

Quizás sea un error de redacción, pero en la parte final las estudiantes se refieren a ~~obtener~~ volúmenes de soluciones con altas concentraciones por un plan diseñado previamente, lo que realmente se busca es obtener volúmenes de soluciones con concentraciones bajas, a partir de soluciones con concentración alta.

En general todos los procedimientos nos aportaron significativamente en nuestro proceso de formación porque aplicamos experimentalmente lo aprendido



teóricamente y es algo que nos servirá en nuestra vida laboral+ Jessica Valentina y Daniela.

En este momento del análisis de resultados y frente a las características de las respuestas que se ha recibido de parte de los estudiantes es importante recordar se debe motivar la actividad reflexiva de los alumnos y concebir el lenguaje como un instrumento para poner a prueba nuestras ideas, para predecir de alguna manera lo que va a suceder y para interpretar y dar sentido a las diferentes situaciones en las que participan los estudiantes (Tamayo Alzate, 2002). Aspecto importante acerca de la didáctica de las ciencias naturales y las evidencias de la presencia de construcción de conocimiento científico escolar. Muy importantes para lograr hacer un análisis de resultados objetivo y centrado en la consecución de los objetivos propuestos en este trabajo investigativo.

Frente a la pregunta de la actividad 50, en la cual se le pregunta al estudiante si se presentaron reacciones químicas durante algunos de los procedimientos realizados, cabe recordar que dentro del procedimiento realizado como actividad práctica en el laboratorio, no se llevaron a cabo reacciones químicas, pues todo se trataba de adicionar solventes en mezclas homogéneas (la formación de cualquier mezcla homogénea implica que los componentes no reaccionen entre sí). Es de suponerse que al interior del grupo de trabajo ya se tiene una total claridad acerca de lo que es una reacción química, también de que durante este proceso no ha existido ninguna de ellas y que para que una mezcla de sustancias sea considerada como tal, no debe existir reacción química alguna. Es pertinente hacer esta aclaración, porque durante la revisión de las actividades resueltas a manera de informe de laboratorio, llamó la atención la siguiente respuesta dada por Cristian David y Leidy Johana: ~~No~~, ya que para que haya reacción es necesario ver un cambio físico o químico en la disolución+

Esta respuesta es una evidencia del hecho de que para los estudiantes autores del informe, aun no es clara la diferencia entre cambios físicos y cambios químicos y que tampoco tienen claro cuáles son las evidencias de una reacción química. Ellos asocian la presencia o ausencia de una reacción química con la presencia de cambios físicos o químicos, lo cual se constituye en un error, pues los cambios físicos no alteran la constitución interna de la materia ni involucra el reordenamiento de enlaces químicos, caso contrario con los cambios químicos. Durante el desarrollo del programa guía de actividades, específicamente en la actividad 24 se hace alusión amplia y suficiente acerca de las soluciones, definiciones, ejemplos, naturaleza, clases, tipos y demás aspectos inherentes a las soluciones, así que resulta ilógico la respuesta de los dos estudiantes, toda vez que ya se habían abordado dichos temas según el programa guía de actividades que se está desarrollando. Los estudiantes que entregaron este informe deben hacer una nueva revisión de los preconceptos o conocimientos previos acerca del tema, de los conceptos que han construido según el desarrollo del programa guía de actividades y de la forma en que ellos van organizando el conocimiento que

construyen. En el mismo documento entregado por los estudiantes y como respuesta a la actividad 46, afirman que una de las desventajas del plan de dilución elaborado por ellos es  $\%$  no poder observar las reacciones químicas en un plan de disolución pues no se presentan cambios físicos y sólo se habrían diluido+ Esto evidencia que en los estudiantes existe una incorrecta construcción conceptual acerca del tema de cambios físicos y químicos y de la relación entre estos conceptos con los de las disoluciones o mezclas homogéneas.

$\%$  Pudimos observar que cada uno de los procesos realizados son muy importantes para nuestro crecimiento químico, pero tomamos como procedimiento más importante el plan de dilución, porque en la industria es uno de los procesos que más se utiliza (õ ) en nuestros procedimientos no se llevó a cabo ninguna reacción química, porque lo único que estábamos haciendo era elevar o disminuir las concentraciones de las sustancias+ Mario Alberto y Edwin Alexis.

$\%$  Todos los procedimientos realizados nos ayudaron para nuestro plan de formación, porque tanto los cálculos estequiométricos como las diferentes concentraciones y el plan de dilución, como los procesos químicos que son se necesitarán para toda nuestra carrera y trabajo+ Estefanía Lucero y Daniela. Parece que las estudiantes en mención utilizan el término  $\%$  como los procesos químicos+ para hacer alusión al que hacer del estudiante al interior del laboratorio, más no a algún tipo de reacción química como tal. Esto queda aclarado con la respuesta que dan a la actividad 50, donde dicen:  $\%$  no se presentaron reacciones químicas durante la práctica porque no observaron evidencia alguna de las mismas+

$\%$  Hicimos gran parte de la estequiometría que hacíamos en teoría lo hicimos en la práctica (õ ) el procedimiento que nos aportaron significativamente en el proceso de formación fue el del plan de dilución por que aprendimos a hacerlo por una forma distinta que no fuera factores de conversión+ Natalia y Jhonier.

Hasta aquí los apuntes tomados de las actividades que los estudiantes emitían a manera de informe de la actividad 45, realizada en el espacio del laboratorio.

Siguiendo el transcurso de esta investigación, se continúa realizando con el grupo las demás actividades propuestas en el programa guía de actividades. Esto para modificar y atender a los cambios que según el mismo grupo y el contexto de trabajo, sugieren como necesarios para que sean realizados con miras a lograr un estado más óptimo y más ajustado, del programa guía de actividades, a las necesidades contextuales del grupo de trabajo. A la vez que se introducen cambios en el programa guía de actividades, se dialoga con los estudiantes acerca de la necesidad que ellos tienen de modificar comportamientos, conductas, actitudes y/o procedimientos al interior del laboratorio o el salón de clases. La idea es aprovechar los cambios que se dan a lugar en el programa guía de actividades para sugerir y fundamentar en los estudiantes cambios en sus componentes actitudinales, comportamentales y conceptuales.

Significa esto que el programa guía de actividades, presentado como uno de los resultados más importantes de este trabajo de investigación, es el resultado de múltiples aplicaciones de las actividades que lo conforman, de muchas modificaciones, de muchas horas de trabajo con el grupo de investigación y de igual o más número de horas de revisión bibliográfica para copilar la mejor propuesta que apunte a lograr los objetivos propuestos en este trabajo investigativo. Una vez realizadas la totalidad de las 72 actividades junto con el grupo de trabajo, lo cual significa el haber realizado los ajustes pertinentes al programa guía de actividades, se permitió que transcurriera un espacio de tiempo prudente para aplicar a los estudiantes un último instrumento de recolección de la información.

La ciencia escolar es muy diferente de la disciplina científica de referencia (en este caso de la química y específicamente de la estequiometría), se distancia de ella con el propósito de provocar en los estudiantes una experiencia vivida a partir de la cual el estudiante pueda actuar, reflexionar y hablar. Es decir, las finalidades propias de la ciencia escolar y de su retórica no son las de la disciplina específica que la didáctica enseña, sino las que se requieran según las finalidades de la escuela. (Tamayo Alzate, 2002). En consecuencia con esto, La idea que se persigue es permitir en los estudiantes un tiempo prudencial para que se logren aprendizajes significativos, a largo plazo y duraderos a partir de sus interacciones con los diferentes contextos escolares en los cuáles ellos deben aplicar el conocimiento científico escolar construido a partir de la aplicación de este programa guía de actividades, para dar explicaciones a diferentes fenómenos naturales o situaciones vividas por ellos en contextos escolares o de la vida cotidiana. Estos diferentes contextos serán posibles para los estudiantes según el trabajo académico que desarrollen en otras asignaturas, en sus labores diarias y en todo tipo de situaciones en las cuáles el estudiante sepa identificar la oportunidad de aprovechar su conocimiento para explicar alguna situación problema. Durante este trabajo investigativo se hace especial énfasis en la posibilidad que los estudiantes tienen de aplicar los conocimientos en los procedimientos que se llevan a cabo en la cocina de la casa. Muchos de los conceptos aplicados durante el ejercicio de realizar las actividades de este programa guía de actividades, se pueden hacer evidentes durante los procesos culinarios cotidianos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos según la aplicación del último instrumento de recolección de la información.

#### 6.4 RESULTADOS SEGÚN EL INSTRUMENTO PARA DETERMINAR CAMBIOS EN LOS CONCEPTOS DE LOS ESTUDIANTES DE ESTEQUIOMETRÍA DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.

Con la aplicación del presente instrumento se busca hacer un diagnóstico en los estudiantes que conforman el grupo de investigación, de los constructos

conceptuales a los que hayan logrado llegar a partir de la realización de las actividades planteadas en el programa guía de actividades. Debe tenerse en cuenta que la totalidad de los estudiantes que participaron en la investigación son estudiantes del programa de tecnología Química o Química Industrial, lo cual significa que muy posiblemente ellos tengan otros cursos en los cuáles interactúen con los conceptos fundamentales abordados durante este programa guía de actividades, los analicen, los apliquen y puedan identificar otros escenarios en los cuales ellos pueden aplicarlos para así lograr aprenderlos de un modo significativo y a largo plazo.

El instrumento en mención consta de diez preguntas, las cuales son extractadas de actividades propuestas en el programa guía y en instrumentos aplicados en otros momentos durante este trabajo investigativo. A continuación se hace un análisis de las respuestas dadas por el estudiantado a cada una de las preguntas presentes en el instrumento.

Pregunta uno. ¿Cuál o cuáles considera usted que son las utilidades de la estequiometría, es decir, para qué sirve la estequiometría? Esta pregunta es tomada del instrumento utilizado para determinar los conocimientos previos de los estudiantes del curso frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. Las respuestas más significativas a esta pregunta se citan a continuación.

La estequiometría es la aritmética de la química por lo tanto se pueden calcular proporciones, valores de la materia y otras sustancias en la naturaleza considerándola demasiado útil para la vida+ (E3). La estequiometría es importante en la química porque por medio de éstos cálculos se pueden preparar soluciones a diferentes concentraciones, y se puede pasar de un resultado en X unidades a cualquier otra unidad eso si sabiendo las variables necesarias. Es muy importante en la industria porque se pueden preparar soluciones para diferentes procesos+ (E4). La estequiometría se utiliza para establecer los cálculos necesarios en la cantidad de sustancias a utilizar en diferentes procesos químicos+ (E5). Estequiometría: Personalmente opino que la estequiometría permite realizar cualquier tipo de cálculo referente (básicamente) a las muchas unidades de concentración que tiene un compuesto químico+ (E6). Estequiometría, sirve para: con el reactivo limitante ya que al hallar por cálculos estequiométricos la cantidad de cada reactivo conozco hasta qué punto se puede generar una mezcla o mejor dicho la cantidad que puedo preparar de una mezcla determinada+ (E8). La estequiometría nos ayuda a visualizar la relación con la que dos o más compuestos, sustancias, elementos se mezclan para crear un producto. La estequiometría no es solo esencial en la química, sino también en la vida como tal, esta nos ayuda a mantener la proporcionalidad de las cosas, a mantener un equilibrio para así tratar de obtener un mejor rendimiento y sin desperdicios o excesos.+ (E10). La estequiometría es muy útil pues por ser una materia con mucha aplicación tanto en el laboratorio como en otra materia teóricas, se

considera una herramienta importante por permitirnos determinar cantidades de reactivos utilizados y productos generados, teniendo en cuenta factores como temperatura, presión y propiedades físicas de los compuestos.+ (E14). La estequiometría sirve para calcular cantidades de sustancias necesarias para la producción de algo específico. Es más barato y confiable hacer los cálculos previos a la acción, que actuar a ensayo y error en las industrias+(E15).

El tipo de respuestas citadas dejan al descubierto que los estudiantes han avanzado significativamente en el tipo de vocabulario empleado para responder, en el tipo de oraciones que utilizan para justificar sus respuestas y en el sentido que le imprimen a la estequiometría en sus vidas académicas y cotidianas. Comparadas estas respuestas con las dadas por los estudiantes en la pregunta 4 del instrumento utilizado para determinar los conocimientos previos de los estudiantes del curso frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, se puede observar una evolución positiva del grupo de investigación, representada, aun en la calidad de la redacción y en la claridad con la que justifican sus respuestas. Puede decirse que se presentan avances importantes en la dirección de mostrarles a los estudiantes la importancia y utilidades de la estequiometría, así como la utilidad de los conceptos impartidos durante el desarrollo del programa guía de actividades, en diferentes actividades de la vida cotidiana.

Pregunta dos. Clasifica las siguientes sustancias en sustancias, mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas: mayonesa, madera, salsa de tomate, cartón, cemento, jugo de naranja, agua de mar, papel, granito. Justifica tu respuesta.

Las actividades 54 y 56 del programa-guía de actividades, motivan al estudiante a construir conocimiento científico escolar en torno a los conceptos de sustancias, mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas. Durante el desarrollo de las actividades se hace especial énfasis en lo que estos términos significan y como se hacen evidente en la vida cotidiana.

Según las respuestas dadas por los estudiantes encuestados, se encuentra que para algunos de ellos parece existir una confusión entre lo que son las sustancias y las mezclas homogéneas (o puede ser que desconocen los procesos de fabricación de algunas sustancias a nivel industrial o existe otro tipo de vacío conceptual). Se hace esta mención porque se encontró que, para esta pregunta, cinco estudiantes han dado a entender que la madera y el cartón son sustancias. Probablemente los estudiantes que han dado esta respuesta no han escuchado hablar del proceso industrial que se realiza para obtener el papel, procedimiento para el cual la celulosa es materia prima. Desde el punto de vista bioquímico, la pulpa de papel está constituida en gran parte por celulosa, la cuál es un polisacárido estructural en las plantas que forma parte de los tejidos de sostén. En su conformación química se cuentan elementos como Oxígeno, Hidrógeno, Nitrógeno y Carbono. De forma tal que si bien se puede considerar la madera



como una sustancia, el papel es un producto industrial que se elabora a partir de la misma y que lleva implícito el uso de otras sustancias, razón por la cual el papel no debe considerarse como una sustancia sino como una mezcla homogénea. De todas formas, para la gran mayoría de los estudiantes es evidente la existencia de un vacío conceptual en lo que se refiere a diferentes procesos industriales. Si bien este no es el objetivo central del programa guía de actividades, puede ser la razón por la que se consideran como mezclas homogéneas a otras sustancias que no lo son, como el agua de mar.

Pregunta tres. Si la solubilidad del NaCl es de 36g en 100 gramos de agua, a 20°C, indica cómo prepararías cada una de las siguientes soluciones de este soluto: solución diluida, solución concentrada, solución no saturada, solución saturada y solución sobresaturada.

Para analizar esta pregunta y sus respuestas, debe recordarse que durante el programa guía de actividades se les propone a los estudiantes la siguiente actividad: A.24. Exposición por parte del docente del tema de soluciones. En este momento del desarrollo de la Unidad didáctica, el docente debe incluir como mínimo los conceptos que se muestran a continuación. Allí se describe el tema que el docente debe abordar para con el grupo de trabajo el cual incluye todos los temas necesarios que brinden al estudiante las herramientas conceptuales necesarias para resolver la actividad planteada. Los comentarios a la actividad mencionada se citan a continuación. *Comentarios A.24. El profesor puede inventar varias opciones para que sus estudiantes logren investigar en la bibliografía los temas anteriores, por ejemplo, puede dividir la totalidad del tema en subtemas y asignarlos a grupos de trabajo de máximo tres estudiantes. La idea es lograr que por subgrupos se hagan exposiciones al grupo en pleno y que la totalidad del grupo sienta la importancia de realizar esta consulta, pues cada uno de los subgrupos hace parte de la totalidad del grupo y esta es una de las actividades que realizan los grupos de investigación. Al igual que en el comentario anterior, el docente puede sugerir algunos recursos bibliográficos para que los estudiantes los consulten y así facilitarles la consecución de dicha información. Puede sugerirles que presenten la información en forma de esquema o mapa conceptual.*

Después de realizada la actividad 24, en el programa guía de actividades se les propone la siguiente actividad: A.25. Realice un resumen de los conceptos más importantes de la lectura anterior y preséntelos al grupo en forma de diagrama. Dentro del programa guía de actividades se les presenta a los estudiantes una lectura que incluye todos los temas pertinentes a las soluciones tal como solvente, soluto, tipos de soluciones, naturaleza del soluto y el solvente, y solvatación entre otros. *Comentarios A.25. Se pretende generar en los estudiantes la habilidad para comprender lecturas y realizarlas con sentido crítico reflexivo. Motivar en los estudiantes la habilidad de realizar este tipo de lecturas de diferentes artículos, es muy importante, pues este tipo de ejercicio es propio de quienes hacen ciencia,*

*publican el resultado de sus experiencias y a su vez, leen los resultados que otros publican, para aprender de ellos y tomar correctivos.*

Como actividad para diagnosticar el efecto de las dos actividades anteriores, se propone al grupo de trabajo la siguiente actividad. A.26. Si la solubilidad del NaCl es de 36 g en 100 gramos de agua, a 20°C, indica cómo prepararías cada una de las siguientes soluciones de este soluto: solución diluida, solución concentrada, solución no saturada, solución saturada y solución sobresaturada.

Es decir, se considera que en el programa guía de trabajo se hace explicación amplia y suficiente de los temas y conceptos por los cuales indaga la actividad 26. Esto es lo que pretende diagnosticarse con la presencia de esta pregunta en el último instrumento aplicado a los estudiantes. Indaga esta pregunta por la claridad a la que hayan llegado los estudiantes específicamente con los temas de solución diluida, concentrada, no saturada, saturada y sobresaturada. Esta pregunta no indaga por procedimientos matemáticos sino por el cómo se hace una solución de esta. El estudiante debe responder desde la información que brinda la pregunta, la cual es el punto de saturación de la solución de cloruro de sodio.

Para la totalidad de los encuestados hay claridad acerca de estos conceptos. Las respuestas dadas a esta pregunta así permiten concluirlo, aun hay quienes decidieron dar respuestas desde el punto de vista matemático y determinaron las cantidades que se debían mezclar para preparar cada una de las soluciones mencionadas en la pregunta. También se pueden encontrar quienes escribían las definiciones de cada tipo de solución solicitada antes de emitir su respuesta.

Pregunta cuatro. El análisis de un jugo de naranja indicó que contenía 85 g de ácido cítrico por cada vaso de 250 mL. Calcula la molaridad del ácido cítrico en el jugo si su fórmula es  $C_6H_8O_7$ . En el programa guía de actividades se plantean a los estudiantes una serie de actividades que apuntan a fortalecer en ellos la construcción de conocimiento científico escolar frente a las unidades físicas y químicas para expresar la relación entre sustancias en mezclas homogéneas. También se busca que ellos adquieran las habilidades para expresar una relación entre sustancias en mezclas homogéneas, en diferentes unidades de concentración, sean físicas o químicas. La Actividad 30 del programa guía de actividades plantea: En grupos de trabajo de tres estudiantes, realice una revisión bibliográfica de las diferentes unidades físicas y químicas para expresar la concentración de una solución. Presente al grupo, en plenaria, el resultado de su revisión bibliográfica en forma de mapa conceptual. Cite al menos dos ejemplos resueltos para ilustrar cada una de las unidades de concentración.

*Comentario A.30. Esta actividad pretende lograr en los estudiantes un acercamiento significativo con la literatura química. Este acercamiento debe estar motivado por hallar la respuesta a los interrogantes formulados en la presentación del problema de investigación que se pretende abordar con los estudiantes. El docente, quien ya es conocedor del tipo de libros que contienen dicha información,*

*puede sugerir una lista de libros guía y algunas páginas de internet que considere pueden ser útiles. Es importante que el docente dialogue con los grupos e indague acerca de la dificultad que se les haya presentado a los estudiantes y también observe que tan significativa fue la búsqueda. Esto lo puede hacer a partir de la formulación de algunas preguntas a manera de diagnóstico, para determinar en qué medida la consulta resultó ser significativa o si se convirtió en una transcripción.*

La revisión bibliográfica debe incluir los conceptos como la concentración de las soluciones y las unidades físicas y químicas para expresar la concentración de las soluciones.

La pregunta planteada en este instrumento busca que el estudiante de cuenta de todos estos conceptos y de las habilidades en el tratamiento matemático de los mismos. El estudiante debe mostrar habilidad en el tratamiento de conceptos como masa de soluto, volumen de solución, peso molecular, cantidad de sustancia expresada en moles, factores de conversión y molaridad.

De la totalidad de respuestas analizadas, solo el estudiante 1 y el 5 mostraron resultados equivocados. Estos se debieron a que en el primer caso el estudiante no utilizó el valor del volumen de la solución, 250 mL, en los cálculos para hallar la molaridad. En el segundo caso, el estudiante determinó equivocadamente el peso molecular del ácido cítrico, aunque si incluyó la totalidad de los datos necesarios y en el orden correcto. Los resultados obtenidos permiten concluir que, para efectos de lo que se pretende confirmar según esta pregunta, los objetivos perseguidos con las actividades propuestas en el programa guía de actividades, se han alcanzado en gran medida. Esta pregunta corresponde a la actividad 36 del programa guía de actividades.

Pregunta cinco. En la etiqueta de un vino dice alcohol 12% v/v. ¿Cuántos mL de etanol ingiere una persona que consume tres copas de 120 mL cada una?

Así como la pregunta anterior, con esta también se pretende indagar por las habilidades de los estudiantes para determinar volúmenes de un soluto presente en una solución, a partir del conocer su composición porcentual en relación volumen a volumen. Para resolver satisfactoriamente esta pregunta, se debe saber lo que significa la unidad porcentaje en volumen, la cual es una unidad física para expresar la relación de volúmenes entre dos sustancias en una solución. Esto también implica que el estudiante sepa diferenciar y manejar los conceptos de: volúmenes de solución, de soluto y de solvente. También se indaga, en esta pregunta por el tratamiento estequiométrico que se le da a los datos proporcionados por el ejercicio. La respuesta al mismo debe estar en términos de procedimientos matemáticos, pues este es un ejercicio de lápiz y papel. La respuesta correcta a este ejercicio es de 43,2 mL de etanol. 11 estudiantes contestaron el ejercicio correctamente, lo que equivale a un 73,33% de los encuestados. De los cuatro estudiantes que contestaron equivocadamente,

dos de ellos dan como resultado el valor que se obtiene del producto entre el porcentaje de alcohol del vino, por el volumen de cada copa; omitiendo que en el ejercicio se plantea que la persona consume tres copas de vino.

Un estudiante interpreta incorrectamente el porcentaje en volumen, pues asume que el doce por ciento en volumen significa que hay doce mL de etanol y 88 mL de solución (realmente son doce mL de etanol por cada 100 mL de solución). Como resultado de esta interpretación equivocada, el resultado es erróneo. Un estudiante responde %no recuerdo+frente a este ejercicio.

En conclusión, puede asumirse que los conocimientos por los que indaga esta pregunta, se pueden entender como correctamente contruidos al interior del grupo experimental. Este ejercicio corresponde a la actividad 37 del programa guía de actividades.

Los dos ejercicios anteriores corresponden a las actividades 36 y 37 del programa guía de actividades y por estos cabe recordar los comentarios para el docente frente a estas dos actividades. *Comentarios A.34, A.35, A.36, A.37 y A.38. Estas actividades pretenden afianzar en los estudiantes la correcta utilización del conocimiento científico escolar construido durante las actividades, en el desarrollo correcto de las situaciones planteadas. También pretende detectar y corregir algunos errores metodológicos cometidos por los estudiantes, consistentes en no analizar mínimamente la validez de un resultado, ni siquiera viendo si es o no lógico el valor numérico obtenido, en la incorrecta utilización de un factor de conversión, en la incorrecta simplificación de unidades y en la falta de sentido común para resolver cada una de las actividades propuestas.*

Pregunta seis. Defina los siguientes conceptos: a. Solución, b. Dilución, c. Solvente, d. Solutio, e. Partes por millón, f. Molaridad, g. Molalidad, h. Solubilidad, i. Solución sobresaturada, j. Disolución, k. Porcentaje másico, l. Solución diluida.

Esta pregunta se ha propuesto durante este instrumento, como una forma de indagar en los estudiantes por la correcta construcción de conocimiento científico escolar en torno a los mismos conceptos. Recuérdese que durante el programa guía de actividades se ha planteado como la 32 y la 45, las cuáles se citan a continuación con sus respectivos comentarios.

A.32. Realice la siguiente actividad en la cual se profundizará en los conceptos de Cuantificación de Sustancias y Mezclas Homogéneas. Siga el procedimiento sugerido por el docente y si pretende incluir modificaciones, primero hágalas saber al profesor y analice la pertinencia de las propuestas. Esta sesión puede trabajarse en grupos de tres estudiantes como máximo. Para su realización se necesitarán algunos reactivos como Sulfato de Cobre Anhidro, Cloruro de Sodio, Hidróxido de Sodio, Sacarosa, Ácido Sulfúrico, Ácido Acético, Ácido Clorhídrico, Etanol, Metanol y Agua (nótese que algunas sustancias son sólidas y otras son líquidas). También se necesitarán algunos materiales como Balanza, 4 Beakers de 50 mililitros (mL), 4 espátulas, 4 agitadores, 9 embudos, 5 pipetas graduadas de 5



mililitros, 5 pipeteadores, 1 frasco lavador, 9 frascos volumétricos de 100 mililitros. (ver actividad completa en anexos). *Comentarios A.32. Con esta actividad se pretende crear un escenario desde el cual los estudiantes y el docente puedan intercambiar libremente pensamientos, sentimientos, preguntas, actitudes y finalmente el docente pueda aprovechar estas situaciones para brindarles a los estudiantes ayudas ajustadas y facilitar en ellos la construcción de conocimiento científico escolar. Esta actividad es la oportunidad para que el docente también evalúe en sus estudiantes el grado de desarrollo de las técnicas de laboratorio necesarias para ejecutar correctamente el procedimiento propuesto. También se pretende con esta actividad generar espacios en los cuáles los estudiantes puedan afianzar los conocimientos en las relaciones de composición cuando se preparan soluciones, realizar cálculos estequiométricos que incluyan las relaciones de composición en fracción y porcentaje másico y en fracción y porcentaje molar, realizar cálculos estequiométricos que incluyan las relaciones de composición masa a volumen, tales como Molaridad y Molalidad e instruir al estudiante en las técnicas y métodos de preparación de soluciones para el uso en el laboratorio.*

A.45. Realice la siguiente actividad con la cual se profundizará en la Cuantificación de Sustancias y de Relaciones en Mezclas Homogéneas en balances sin Reacción. Siga el procedimiento sugerido por el docente y si pretende incluir modificaciones, primero hágalas saber al profesor y analicen la pertinencia de las propuestas. Esta sesión puede trabajarse en grupos de tres estudiantes como máximo. Para su realización se necesitarán algunos reactivos como Cloruro de Sodio comercial y Solución de Etanol al 98%. También se necesitarán algunos materiales como frascos volumétricos de 50 mL, 100 mL y 200 mL, Pipetas graduadas de 10 mL, 5 mL y 2 mL, Embudos de vidrio y cinta para rotular. Esta actividad consta de cuatro partes consecutivas, por esto es importante realizarlas en el orden establecido. *Comentarios A.45. Utilizar el conocimiento científico escolar construido hasta este momento del desarrollo de la unidad didáctica en la solución de problemas específicos y que tienen total relación con los problemas a los cuales se enfrentan los Tecnólogos Químicos y los Químicos Industriales, es uno de los principales objetivos que se persigue con esta actividad. También se pretende: Propiciar experiencias que generen en los estudiantes Cambios conceptuales en lo referente a preparación de soluciones y específicamente en los casos en los cuáles se presente adición de un solvente, adición de un soluto y mezclas de soluciones de diferente concentración para lograr una mezcla de concentración intermedia. Propiciar experiencias que conduzcan a un cambio conceptual en el estudiante frente a situaciones en los que se necesite realizar balances globales. Propiciar experiencias que conduzcan a un cambio conceptual en el estudiante frente a situaciones en las que se deban realizar una serie de diluciones y desarrollar en el estudiante la habilidad para comunicar el resultado de sus experiencias de laboratorio, las cuales ha llevado a cabo para contrastar sus hipótesis.*



De forma tal que se entiende que durante el programa guía de actividades se han planteado un número considerable de actividades que brindan alusión amplia y suficiente de los conceptos por los cuales se indaga en esta pregunta. De igual manera durante el mismo programa de actividades, esta pregunta también figura como una actividad y es la número 49. El comentario para esta actividad es el siguiente: *Comentarios A.49. Es una actividad que pretende unificar criterios al interior del grupo frente a los conceptos tratados durante la práctica. Busca detectar algunas inconsistencias entre el conocimiento científico escolar desarrollado por los estudiantes y el conocimiento científico que traen los libros de ciencias.*

Las respuestas dadas para esta pregunta fueron acertadas en su totalidad. En Lo que difieren las respuestas entre sí es en la forma de redactar la respuesta. Algunos estudiantes inclusive dan la respuesta citando las unidades en las que se expresa la relación entre las sustancias en mezclas homogéneas, según el ítem al que fueran a dar respuesta. Unos pocos estudiantes dejaron sin respuesta algunos ítems. Puede ser que esto signifique deficiente memoria o habilidades para redactar respuestas. En general puede decirse que se logran los objetivos perseguidos según el programa guía de actividades y que se confirma según las respuestas recibidas para esta pregunta en este instrumento.

Pregunta siete. Indica si son verdaderos o falsos los siguientes enunciados. Justifica tu respuesta.

\_\_\_ a) El *azúcar* es una sustancia pura porque está formada por la misma clase de moléculas.

\_\_\_ b) El peso y la masa son propiedades físicas de la materia, por lo tanto pueden variar en una misma cantidad de diferentes sustancias.

\_\_\_ c) El porcentaje v/v mide la concentración de una solución con relación al volumen de soluto en mililitros por cada 100 mililitros de solución.

\_\_\_ d) Las disoluciones químicas tienen siempre una composición fija.

\_\_\_ e) Una solución al 3% de cualquier sustancia equivale a tener 3 g de soluto y 17 g de agua.

\_\_\_ f) A partir de una solución diluida se puede preparar otra solución de mayor concentración por medio de la evaporación.

\_\_\_ g) Una forma de economizar reactivos en el laboratorio es utilizando la concentración de los reactivos en partes por millón (ppm).

\_\_\_ h) Para determinar la molalidad de una solución es necesario conocer la cantidad de solvente presente en dicha solución.

\_\_\_ i) Para determinar la concentración de la mezcla de dos sustancias del mismo compuesto y diferentes concentraciones basta con promediar las concentraciones de las mismas.

Esta pregunta se plantea como una forma de preguntarles a los estudiantes por el conocimiento científico escolar que han construido a lo largo del desarrollo del programa guía de actividades, se busca invitar al estudiante a utilizar los constructos conceptuales para resolver nuevos interrogantes, a la vez que la misma pregunta indaga por la correcta fundamentación conceptual que los mismos hayan construido durante el desarrollo de las actividades del programa guía. La pregunta se responde dando respuesta de falso o verdadero frente a nueve ítems, los cuales indagan mayoritariamente por las unidades físicas y químicas para expresar la relación entre sustancias en mezclas homogéneas.

De la totalidad de los encuestados solo dos estudiantes, equivalente al 13,3% de la población, contestaron todos los interrogantes y de forma correcta. Ocho estudiantes, equivalente al 53,3% de la población, solo presentaron una respuesta equivocada. Cuatro estudiantes, equivalente al 26,7% de la población, presentaron dos respuestas equivocadas y un estudiante, equivalente al 6,7% de la población, presentó tres respuestas equivocadas.

Dentro del número de estudiantes que exhibieron errores en sus respuestas (trece estudiantes), se encontró que cinco de ellos respondieron equivocadamente el ítem a, tres el ítem b, uno el ítem d, cuatro el ítem f, dos el ítem g, tres el ítem h y uno el ítem i.

El ítem %<sub>m</sub> indaga en el estudiante por la calidad de sus construcciones conceptuales frente al tema de sustancias, moléculas y compuestos. Para responderla correctamente el estudiante debe tener en cuenta que el producto comercial llamado azúcar es una mezcla de glucosa y sacarosa. Esta es la razón por la cual la respuesta correcta para esta pregunta es catalogarla como falsa.

El segundo ítem con mas cantidad de respuestas fallidas es el %<sub>t</sub>. Con este se pretende indagar en los estudiantes por la posibilidad de concentrar una solución a partir de la eliminación de solvente de la misma (una forma puede ser evaporándolo). Esta afirmación se debía valorar como verdadera. Este es uno de los procesos de laboratorio que se deben ejecutar con alguna regularidad, aunque este no fue realizado de manera práctica durante la presente unidad didáctica, lo más común es que el estudiante le adicione solvente a una solución para llevarla a la concentración requerida; este ítem invita al estudiante a considerar lo que sucedería si en el proceso se realiza la eliminación de solvente.

Los ítems %<sub>m</sub> y %<sub>t</sub>, cuentan cada uno con tres respuestas fallidas. El primero de ellos indaga en los estudiantes por las propiedades físicas de las soluciones y por la posibilidad de aceptar que la masa y el peso pueden variar, aun teniéndose dos cantidades iguales, por ejemplo en volumen, de dos sustancias diferentes; un litro de agua y uno de gasolina tienen diferente masa, pues estas sustancias tienen densidades diferentes y, por lo tanto, diferente peso. El segundo ítem plantea a

manera de afirmación, una de las condiciones necesarias para hallar la molalidad de una solución. La molalidad es una unidad química para expresar la relación entre la masa de un soluto, expresada en moles, y la masa del solvente, expresada en kilogramos. Es verdad que con solo saber la cantidad del solvente no es suficiente para hallar la molalidad de una solución, pero si es necesario.

El cuarto ítem con mas cantidad de respuestas fallidas es el  $\frac{\%}{\text{mL}}$ . Este indaga en los estudiantes por la posibilidad de hacer laboratorios más económicos a partir de la utilización de reactivos en concentraciones expresadas en partes por millón. Es cierto que utilizar reactivos en estas concentraciones reduciría notablemente la cantidad de los mismos que se debiera utilizar para realizar determinado procedimiento y esto traería consecuencias económicas y medio ambiental favorable para los patrocinadores de los reactivos y para el mismo medio ambiente.

Los ítems  $\frac{\%}{\text{mL}}$  e  $\frac{\%}{\text{mL}}$  cuentan con una respuesta fallida cada uno. Estos debían contestarse como falsos, pues las disoluciones químicas no tienen siempre una composición fija y para determinar la concentración de la mezcla de dos sustancias del mismo compuesto y diferentes concentraciones no basta con promediar las concentraciones de las mismas. Los tratamientos estequiométricos realizados durante las actividades 32 y 45 brindan explicación amplia y suficiente a cerca de los conceptos necesarios para responder estos ítems de forma correcta, mas aun considerando los procedimientos matemáticos estequiométricos que se deben realizar para responder las actividades antes citadas.

Como conclusión de este diagnóstico, se puede determinar que la existencia de estas respuestas fallidas invitan para que en el programa guía de actividades se planteen actividades que fortalezcan estos conceptos y amplíen el panorama de aplicación de los conceptos involucrados en esta actividad, pero tampoco puede esto invalidar los conocimientos científicos escolares construidos con los estudiantes, a lo largo de la aplicación del programa guía de actividades y frente a estos temas específicamente. Solo un estudiante presentó el mayor número de respuestas fallidas: tres. Dentro de la misma pregunta, la cual consta de nueve ítems, significa que el estudiante aprobó el 66,7% de la misma y esto es un gran logro en sí mismo.

Esta actividad se encuentra en el programa guía de actividades (como la A.53) dentro del grupo de Actividades de trabajo individual y complementario al trabajo de laboratorio. En dicho momento de la unidad didáctica, se plantean una serie de actividades para que los estudiantes los resuelvan a manera de trabajo en casa, aunque no necesariamente solos, podría ser más productivas si se trabajan en grupos de máximos tres estudiantes. Estas actividades se enfocan a mostrar la aplicación de los temas y conceptos tratados en los componentes anteriores de la unidad didáctica en diferentes campos de la actividad humana cotidiana. En estas actividades se proponen a los estudiantes talleres interactivos en algunas páginas web, de forma tal que se facilite la integración de nuevas tecnologías como la internet a la enseñanza de la química, la cuantificación de relaciones en

sustancias y mezclas homogéneas, al tiempo que ayudan de una forma dinámica y novedosa a ampliar y afianzar los conceptos expuestos a lo largo de la unidad didáctica. Estas actividades complementarias se proponen de apoyo para desarrollar competencias interpretativas, argumentativas y propositivas de los temas tratados durante el desarrollo de la Unidad Didáctica. El comentario para el profesor frente a la actividad que es motivo de análisis en este apartado es el siguiente: *Comentarios A.53, A.54 y A.55. Con este tipo de actividades, se busca determinar en los estudiantes si aún persisten inconsistencias en cuanto al conocimiento científico escolar que han construido con a lo largo del desarrollo de la unidad didáctica. Más que en el tipo de respuesta que brinde el estudiante, debe enfatizarse en la justificación que él haga de cada respuesta, pues ahí es donde el estudiantes exhibirá sus deficiencias y, si es del caso, el docente puede intervenir con algún tipo de ayudas ajustadas que le permitan al estudiante superar sus dificultades y proseguir con éxito en la construcción de su propio conocimiento científico. Cuando el estudiante hace claramente la distinción entre cada uno de los conceptos que conforman las parejas, esto se convierte en una muy convincente evidencia de que en el estudiante de están generando acciones concretas de pensamiento y de producción. La A.55 es una forma de contrastar lo que el estudiante ha demostrado en A.54 y A.53. Estas tres actividades propician en el estudiante el desarrollo predominantemente de Competencias Interpretativas.*

Pregunta ocho. ¿Usted cree que se pueden contar átomos y moléculas? Justifique su respuesta. Esta misma pregunta se incluyó en el instrumento para determinar los conocimientos previos que traen los estudiantes de estequiometría. En este momento de determinó que para cuatro estudiantes esto sí es totalmente posible, para las demás respuestas citadas, nueve, esto no se consideraba posible y se justifican desde varios puntos de vista.

En este instrumento se encuentra que para siete estudiantes del grupo de investigación, si es posible contar átomos y moléculas. Es interesante observar las justificaciones que emiten para argumentar su respuesta. A continuación se citan algunas de ellas. *Se podrían contar si se tuvieran los datos necesarios para hacer los respectivos cálculos+(E7). Creo que no se pueden contar, lo que si creo es que se pueden calcular, por medio de las unidades de cuantificación+(E13). Depende, la cuantificación no se puede realizar a simple vista. Es necesario tener en cuenta otros parámetros para realizar cálculos y poderlas cuantificar+(E6). Se puede saber el número utilizando el número de Avogadro+(E1). Si es probable a través de la estequiometría procedimientos matemáticos+(E3). Pues alguien las tuvo que haber contado para hallar el número de Avogadro. No creo que se puedan contar pero si deben haber mecanismos para calcularlas+(E 15).*

En estas respuestas se identifica que los estudiantes consideran la necesidad de realizar cálculos estequiométricos para lograr cuantificar átomos y moléculas, algunos de ellos mencionan el concepto clave para resolver este tipo de interrogantes que es el número de Avogadro. Este es uno de los conceptos más

importantes en la química, pues brinda la posibilidad de relacionar el mundo atómico-molecular con el mundo macroscópico; este es el concepto que sirve de puente entre lo que no se puede ver a simple vista y el mundo macroscópico que es el mundo en el que se desenvuelven las personas cotidianamente.

Dos estudiantes brindan respuestas que parecen contradecirse entre sí, pues inicialmente dicen que no es posible, pero al momento de justificar la respuesta citan el número de Avogadro como la constante referencia que se debe utilizar para poder hacer algo así. Las respuestas textuales son: %No se pueden contar átomos ni moléculas, para ello se estableció una constante que permite conocer este número conocida como la constante de Avogadro,  $6,02 \times 10^{-23}$  átomos+ (E12). %No, porque los átomos y moléculas son partículas muy pequeñas hay referencias como el número de Avogadro, pero no hay nada exacto+ (E11). Estas dos respuestas dan a entender que aunque los estudiantes no consideran que esto sea posible, tampoco parecen tener total claridad acerca del real, verdadero y necesario uso del número de Avogadro para resolver el asunto de cuantificar átomos y moléculas. Decir que no se puede, pero mencionar en la justificación la existencia de la herramienta que se necesita para hacerlo, y no tener claridad del uso de la misma, puede interpretarse como una construcción conceptual deficiente del mismo concepto.

De los seis estudiantes que dicen que no es posible contar átomos o moléculas, llama la atención que cuatro de ellos justifiquen su respuesta fundamentados en el tamaño de los átomos y moléculas, pues dicen que estas entidades son tan pequeñas que no se pueden ver y que aunque se sabe que existen y que están ahí, el impedimento físico de verlas, impide por lo tanto el poder contarlos. Esto se interpreta como que para estos estudiantes aun no ha sido clara la existencia del concepto de mol como un concepto puente (con una amplia fundamentación conceptual y experimental, propio de la química) entre el mundo macroscópico cotidiano, con el mundo atómico molecular de la materia, también conocido como el mundo corpuscular. Es importante anotar que para resolver gran cantidad de las actividades planteadas en el programa guía de actividades, se debe hacer uso amplio y suficiente del concepto de mol pues este es un concepto clave en la correcta construcción de conocimiento científico escolar frente al tema de unidades químicas para expresar la relación entre sustancias en mezclas homogéneas.

En la solución de la actividad 32 se brinda explicación y fundamentación amplia y suficiente a cerca del concepto de mol y del cómo cuantificar determinadas moles de sustancias para preparar soluciones de concentraciones específicas. En la actividad 33 se propone al estudiante hacer uso del conocimiento científico escolar construido hasta el momento para realizar los procedimientos matemáticos necesarios para que a partir de algunos valores dados de masa, moles, volumen, molaridad, molalidad o concentración en gramos por litro, pueda llenar las casillas correspondientes para cada sustancia. (Ver actividad 33). *Comentarios A.33. Esta actividad pretende desarrollar en los estudiantes Competencias argumentativas,*



*propositivas e interpretativas. Es una actividad que interroga al estudiante por las habilidades de pensamiento y el conocimiento científico escolar construido a partir de las A.31 y A.32. Los estudiantes con bastante agilidad utilizan los factores de conversión apropiados para hacer los respectivos intercambios de unidades y, cuando se les presenta alguna dificultad, al interior del grupo de trabajo, se presenta aprendizaje colaborativo.*

Pregunta nueve. ¿Qué entiende usted por Mol? ¿Puede usted citar ejemplos de la vida diaria en donde sea evidente este concepto?

Esta pregunta ya se había citado en el instrumento para determinar los conocimientos previos que traen los estudiantes de estequiometría y en el análisis de resultados citado para las respuestas a dicha pregunta consta lo siguiente: Las respuestas citadas para esta pregunta dejan entrever que no es del todo claro lo que significa el concepto de mol ni sus posibles usos en la vida cotidiana. A nivel atómico molecular, el tamaño de las partículas es tan pequeño que para poder cuantificarlas se ha necesitado agruparlas. Este grupo de partículas, llámese átomos o moléculas, se ha establecido de manera experimental que equivale a  $6,023 \times 10^{23}$  partículas. Históricamente, se ha atribuido a este número, el nombre de número o constante de Avogadro+. Cuando se tiene este número de partículas de determinada sustancia, se dice que se tiene un mol de dicha sustancia. Y un mol de cualquier sustancia tiene un peso que es igual a su peso atómico o molecular. Mol no es la cantidad de materia que posee un átomo o molécula, tampoco un mol de agua equivale a 1000 ml, tampoco un mol equivale a  $6,706 \times 10^3$  atm (recuérdese que atm -atmósferas- son unidades de medición de presión, la cual es utilizada para expresar la presión de los gases), tampoco es la medida más pequeña que se puede tomar de un elemento químico, tampoco son partículas que se encuentran en un elemento o en sustancias. Este tipo de respuestas permiten afirmar que para el grupo de estudio no es claro el concepto de mol, sus usos, aplicaciones y usos en la vida cotidiana y la forma en cómo este concepto ayuda a realizar miles de procedimientos a nivel industrial y doméstico. Este diagnóstico indica que en la formulación del programa guía de actividades debe tenerse especial cuidado con este tema, debe propenderse por actividades que busquen fortalecer en los estudiantes la generación de conocimiento científico escolar frente al concepto de mol, debe proponerse actividades que favorezca la generación de aprendizaje significativo frente a este importante concepto, a partir del cual se podrá tener un mayor grado de certeza frente a la generación de aprendizaje significativo en cuanto a las unidades químicas para expresar la relación entre sustancias en mezclas homogéneas, es decir, las unidades que implican el uso del concepto de mol para referirse a la cantidad de soluto presente en una mezcla+.

Aunque la pregunta dice: ¿qué entiende usted? Se espera que las respuestas dadas por los estudiantes tengan sentido lógico y esté enmarcado dentro de los conocimientos en química, pues ellos pueden entender muchas cosas, pero se

espera que la respuesta esté enmarcada dentro del conocimiento científico escolar que se ha pretendido construir con la aplicación del programa guía de actividades.

Según las respuestas dadas por los estudiantes a esta pregunta en este instrumento, llaman la atención tres de ellas: %Mol, entiendo que es una unidad de cantidad de sustancia+ (E2). %Es una unidad de medida química equivalente a el número de Avogadro+ (E6). %Una mol es la unión de  $6,02 \times 10^{23}$  moléculas o átomos iguales para formar un elemento o sustancia determinado. Para las personas normalmente no es muy común utilizar este término en su vida diaria+ (E15). Estas tres respuestas llaman la atención porque de los quince estudiantes encuestados, fueron las únicas respuestas acertadas. Esto deja al descubierto que para el 80% de los encuestados parece no ser claro lo que significa el concepto de mol y sus evidencias en la vida cotidiana, pero esto tampoco significa que tal porcentaje de estudiantes haya respondido equivocadamente las actividades que implicaban manejar este concepto. Así que también parece evidente que es importante que en el programa guía de actividades se le preste especial importancia al desarrollo de este concepto.

También es de especial importancia este diagnóstico para aquellos docentes que pretendan aplicar este programa guía de actividades en sus instituciones educativas, pues dado que el concepto de mol se presenta como algo abstracto y que requiere de amplia imaginación para poder evidenciar construcción de conocimiento en torno al mismo, es importante hacer un especial seguimiento al conocimiento construido en torno a este concepto durante el desarrollo del programa guía de actividades.

Es importante brindar al estudiantado situaciones donde ellos evidencien la utilización del concepto de mol en diferentes situaciones de la vida cotidiana y así brindarles situaciones que les permita extraer el conocimiento del contexto escolar y llevarlo a contextos más cotidianos, más acercados a sus propias realidades.

Pregunta diez. ¿Qué unidades de cuantificación de relaciones en sustancias puras y mezclas homogéneas conoce usted? ¿Puede decir cuáles son las unidades físicas y químicas? Comente la diferencia entre ellas. Esta pregunta se citó en el instrumento para determinar los conocimientos previos que traen los estudiantes de Estequiometría, es decir, aquellos con quienes se realiza esta investigación.

En dicho momento diagnóstico se afirmó lo siguiente frente a esta pregunta: El tipo de respuestas dadas por los estudiantes permiten dejar el descubierto que para la gran mayoría de los encuestados no es claro y/o no conocen las unidades de cuantificación de relaciones en sustancias y mezclas homogéneas. Respuestas como la dada por el estudiante 2, dejan al descubierto que no es clara la diferencia entre unidades físicas y químicas para expresar las relaciones entre las sustancias en mezclas homogéneas. Las unidades químicas son aquellas que implican el uso del concepto de mol y esto no es precisamente lo que el estudiante quiere decir

con su respuesta. La respuesta del estudiante 3 deja al descubierto una confusión entre las unidades básicas y derivadas del sistema internacional, las propiedades intensivas y extensivas de la materia y las unidades físicas y químicas para expresar la relación entre las sustancias en mezclas homogéneas. El estudiante 5 deja al descubierto que para él no es clara la diferencia entre las unidades básicas del sistema inglés y el internacional; que son sistemas empleados para determinar mediciones de magnitudes básicas, es decir, propiedades que son susceptibles de ser medidas y las unidades de medición empleadas para cuantificación de sustancias y determinación de relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas. El estudiante 7 da una respuesta correcta de cuáles son las unidades físicas y las unidades químicas, pero al momento de justificar su respuesta plantea que las unidades físicas ~~indican~~ la relación entre propiedades que son constantes+ y añade: las químicas las que varían. Con esto está dando a entender que las fracciones másicas y en volumen (primera parte de la respuesta) permanecen constantes y que sólo varían la molalidad y la molaridad (segunda parte de la respuesta). La justificación que el estudiante incluye en esta respuesta también se constituye en un error, pues tanto las unidades físicas y químicas plantean relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas y estas relaciones no son constantes y pueden variar de una mezcla a otra, otorgándole esto características específicas a cada tipo de mezcla. Esto es lo que marca la diferencia entre dos o más tipos de mezclas de las mismas sustancias. El estudiante 9 plantea que las unidades físicas pueden ser cogidas por el ser humano, entre tanto que las químicas no. Esto se constituye en una clara evidencia de error y puede ser que para esta persona se presente una asociación entre las propiedades físicas y el mundo macromolecular y que las propiedades químicas estén asociadas con el mundo atómico molecular, lo que se concluye es que el estudiante que aportó esta respuesta está incurriendo en un error. El estudiante 11 deja ver la enorme confusión que tiene entre unidades del sistema internacional, entre múltiplos y submúltiplos de las mismas y las unidades físicas y químicas para expresar las relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas. El estudiante 12 declara abiertamente no conocer ningún tipo de unidades físicas y químicas para expresar relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas y el estudiante 13 parece confundir unidades básicas del sistema internacional e inglés con algunos múltiplos y submúltiplos, con las unidades físicas para expresar relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas. También parece confundir unidades químicas con algunos conceptos utilizados para referirse a la materia en términos atómicos moleculares tales como átomos, moléculas, una y moles.

Las respuestas citadas para hacer el diagnóstico del grupo en términos de su relación o familiarización con las unidades físicas y químicas para la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, permiten ver que al interior del mismo existen deficiencias claras frente al tema en mención. Este diagnóstico es muy importante porque se constituye en una indicación clara del tipo de actividades que se debe proponer en el programa guía para fortalecer este tema, también indica que las actividades deben propender por ayudar al

estudiante a construir conocimiento científico escolar frente a las unidades empleadas, a las diferencias entre ellas y a la posibilidad de hacerlas evidentes en muchos momentos diferentes de la cotidianidad. Ayudarles a utilizar correctamente el léxico y los términos específicos empleados para referirse a las mismas y a la materia vista desde una mirada atómico molecular, será otro de los objetivos que se pretendan con las actividades planteadas en el programa guía.

Ahora, con la aplicación del instrumento para determinar cambios en los conceptos de los estudiantes de Estequiometría, después de la aplicación de la unidad didáctica, se encuentran respuestas como las siguientes. Siete de los estudiantes encuestados no emitieron respuesta alguna frente a esta pregunta, no obstante, todos ellos respondieron correctamente la pregunta seis de este mismo instrumento, en la cual se pide que defina conceptos como partes por millón, Molaridad, Molalidad y porcentaje másico, entre otros.

Seis estudiantes responden citando los nombres de las unidades o citando las expresiones matemáticas de las relaciones físicas y químicas, pero no hacen distinción alguna entre cuales son unidades físicas y cuales químicas, simplemente se remiten a citar unidades de medición, inclusive algunos de ellos citan dos conceptos que no se aceptan como válidos dentro de las respuestas a esta pregunta tales como densidad y Normalidad. Dentro de estos seis estudiantes, uno de ellos discrimina entre cuáles son las unidades físicas y químicas, pero equivocadamente ubica las partes por millón y los porcentajes másico y de volumen como unidades químicas. El segundo estudiante, si bien cita las expresiones matemáticas de las unidades físicas y químicas que expresan las relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas, termina por admitir que *no* puedo decir cuáles son unidades físicas y químicas+. Este mismo estudiante también cita equivocadamente unidades de masa, peso y volumen.

Dos estudiantes del grupo de investigación, citan sus respuestas y emiten sus respectivas justificaciones, pero ambas justificaciones están equivocadas: *%Molaridad, Molalidad, %másica, %volumen, ppm; La diferencia entre químicas y físicas, es que las químicas se pueden apreciar a través de aparatos que permitan ver estos efectos, mientras que los físicos se pueden ver y sentir sin necesidad de ver a través de otros medios+ (E12). %Las físicas son las que podemos tomar con las manos. Las químicas están ahí pero no las vemos+(E9).*

Como análisis final de esta pregunta, puede concluirse que la totalidad del grupo si maneja con sentido lógico matemático y estequiométrico en un grado importante las unidades físicas y químicas para expresar las relaciones entre sustancias en mezclas homogéneas, esto se puede confirmar observando las respuestas dadas a las actividades A32, A33, A45 y A51. También puede decirse que el grupo muestra dificultades en diferenciar las unidades físicas de las químicas, es decir, entre aquellas que no utilizan el concepto de mol y las que si lo hacen, pero que al momento de plantearles ejercicios de lápiz y papel que involucre estos conceptos,

no muestran dificultades considerables para resolverlos, esto se hace evidente en las respuestas encontradas para las preguntas 4 y 5 de este mismo instrumento.

También puede decirse que los estudiantes aun no logran construir efectivamente la relación entre el concepto de %Unidades físicas y químicas para expresar la relación entre sustancias en mezclas homogéneas+y los conceptos de porcentaje referido a la masa, porcentaje referido al volumen, porcentaje masa-volumen, partes por millón, molaridad, molalidad y fracción molar, es decir, parece que para los estudiantes aun no es claro que el primer concepto agrupa los conceptos anteriores, obviamente haciendo las distinciones necesarias. Muy a pesar de habersele presentado a los estudiantes estos conceptos bajo el título del primer concepto, parece que esto no surtió en los estudiantes el efecto esperado y terminan por construir conocimiento científico escolar en torno a las unidades, sin reconocer la razón por la cual se diferencian entre sí.



## 7. CONCLUSIONES

- ✓ El modelo actual que predomina en la enseñanza de los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, en los cursos de estequiometría de la Universidad Tecnológica de Pereira, es el modelo tradicional de enseñanza de las ciencias. Ya se mostraron en el referente teórico los supuestos y las dificultades inherentes a este modelo. Es de vital importancia invitar a la comunidad educativa a reflexionar acerca del modelo de enseñanza que se está implementando actualmente en los cursos de estequiometría y desde la reflexión generar alternativas pedagógicas que inviten al docente a cambiar su modelo de enseñanza por otro más incluyente, que despierte en los estudiantes el interés hacia la ciencia y que permita llegar a aprendizajes a largo plazo y significativos para los estudiantes.
- ✓ La didáctica de las ciencias como un campo propio de investigación, tiene una problemática específica de interés social (Tamayo, 2009), y en este sentido, esta investigación ha intentado abordar un problema de una realidad que se vive a diario en la Universidad Tecnológica de Pereira en un curso de estequiometría, pues el diagnóstico muestra que no se está favoreciendo el aprendizaje a largo plazo. Con esta investigación se ha querido mostrar que una estrategia de orientación constructivista, en forma de unidad didáctica (Sanmartí, 2005), puede generar aprendizajes significativos a largo plazo que pueden ser contruidos a partir de la solución de problemas con los que el estudiante se ve enfrentado a diario en el medio en el que se desenvuelve (Mosquera, 2008). Esta investigación se desarrolló con el objetivo de enriquecer investigaciones didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales, específicamente en la enseñanza de la estequiometría.
- ✓ Desde un punto de vista constructivista, el conocimiento no crece linealmente; tener en cuenta este factor es clave, pues en la unidad didáctica se procura que suceda lo mismo. Los estudiantes (durante el desarrollo de la unidad didáctica) tuvieron oportunidad de poner a dialogar sus ideas con el problema a partir de sus conocimientos disponibles y ha sido allí donde aparece la figura orientadora del profesor. Cuando el profesor contribuye con información adicional para que los estudiantes consideren otros elementos de juicio para dialogar con el mundo, este diálogo se traduce en habilidades de pensamiento tales como interactuar, resolver, reflexionar, analizar, sintetizar, refutar, modificar, todo con el propósito de ver qué tan coherente es la teoría del estudiante para resolver este tipo de problemas. Adicionalmente, dada la participación activa y protagónica de los estudiantes, se evidencia que ellos asumen la clase de química con actitudes más positivas hacia la ciencia y hacia su aprendizaje.

- ✓ En el constructivismo la relación teoría-experimento (no es como en el inductivismo: primero el experimento, luego la teoría-porque es una consecuencia de lo que se experimenta-. Tampoco es como en el racionalismo: primero la teoría y luego el experimento como la corroboración de la teoría (Mosquera, 2008); por el contrario, las tesis constructivista sobre la ciencia, proponen considerarla como parte de un proceso de investigación, van de la mano, al unísono, no se predetermina qué es primero y qué va después, ello depende más bien es del problema de investigación, de la experiencia de los investigadores y de las finalidades de la investigación. En realidad pueden encontrarse orientaciones constructivistas donde los experimentos ayuden a modificar las teorías, por el mismo resultado del experimento, o lo contrario, teorías que le van dando orientación al experimento. En la unidad didáctica lo que se necesita es que el estudiante se inscriba en un profundo y permanente diálogo con el problema, así como ha querido mostrarse en la unidad didáctica resultado de este trabajo de investigación.
- ✓ Numerosas investigaciones realizadas en los últimos años han mostrado que el interés de los alumnos por las ciencias decrece notablemente con los años de escolarización, es decir, que cuanto más se les enseña ciencias, más negativa se vuelve su actitud hacia ellas (Furió, 2009). Este es un hecho enormemente preocupante y que parece echar por tierra todas las esperanzas en el valor educativo de las ciencias. Sin embargo, es necesario mirar más de cerca antes de sacar conclusiones sobre la aparente inevitabilidad de este resultado. Lo anterior nos invita a la reflexión acerca del tipo de motivación que se les está dando a los estudiantes matriculados en los cursos de estequiometría, mas aun si se tiene en cuenta que este curso se encuentra ubicado en el primer semestre de los programas de Tecnología Química y Química Industrial y que es uno de los cursos que mayor mortalidad y deserción académica reporta cada semestre, después de los cursos de matemática.

Puede aprovecharse esta situación, para convertirla en oportunidad de reflexión sobre la práctica educativa, invitando a los docentes de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira a realizar una reflexión crítica, continua y seria acerca del método de enseñanza de las ciencias que implementan en sus cursos y también del tipo de didáctica que están haciendo presente durante la ejecución de sus clases. Si los estudiantes no alcanzan los estándares mínimos de competencias que el docente determina que se deben alcanzar una vez finalizado el curso, entonces también cabe preguntarse hasta qué punto la responsabilidad es exclusiva del estudiante o si algo de esta responsabilidad recae en los hombros del profesor.

- ✓ El enfoque de enseñanza de las ciencias por resolución de problemas, se consolida en un programa-guía de actividades, (Gil, 1990), que para efectos de este trabajo investigativo contiene los comentarios para el docente después de cada actividad planteada. Las primeras actividades son del tipo de actividades de iniciación, las cuales se han diseñado para activar los conocimientos previos que poseen los estudiantes acerca del problema que se quiere resolver con ellos. Estas actividades de iniciación son parte fundamental del trabajo con los estudiantes, pues de ellas se derivan dos situaciones importantes: primero, a partir de allí se puede hacer un diagnóstico claro y real del tipo de conocimiento que poseen los estudiantes al momento de iniciar la actividad con ellos, si es conocimiento empírico o científico y hasta qué grado de desarrollo los han construido. De este modo el docente tendrá una aproximación clara acerca del cómo abordar el grupo y desde dónde se hace necesario considerar el punto de partida para llevarlos a construir nuevo conocimiento. Y segundo, a partir de estas primeras actividades el docente debe construir una carta o ruta de navegación por donde llevará a sus estudiantes a recorrer el camino del aprendizaje para que ellos sean quienes construyen sus propios conocimientos (Furió y Furió, 2009). También debe determinar qué tipo de estrategias debe emplear para mantener en el grupo un nivel aceptable de motivación y encanto de los estudiantes hacia la ciencia y así favorecer aprendizajes a largo plazo y con un alto contenido de significancia. Para este tipo de actividades no se cuenta con un tiempo mínimo ni máximo establecido, todo depende de la capacidad de observación de los docentes acerca de los conocimientos previos que identifiquen en sus estudiantes, más aun, la parte lúdica y motivacional puede significar un ingrediente clave en el buen desarrollo de este tipo de actividades.
- ✓ Es importante que a lo largo del desarrollo de la unidad didáctica el docente esté muy atento a todo tipo de cambios que los estudiantes van mostrando en lo actitudinal, lo conceptual y los procedimental. Para ello se deben construir rejillas de observaciones, realizar entrevistas individuales y colectivas, desarrollar variados esquemas de trabajo en grupo dentro del salón de clase y en el laboratorio (tratando de quitarle al estudiante la idea de que el laboratorio sólo sirve para corroborar la teoría), y demás actividades que le den al docente una evidencia clara del cambio, pues la presencia (o ausencia) de dicho cambio, será lo que el docente asuma como construcción de conocimiento (sin la construcción de conocimiento no se evidenciarán cambios en los estudiantes). Aquí toman especial valor los indicadores conceptuales, actitudinales y procedimentales que el docente plantee y que son los que deberán observar a lo largo del desarrollo de la unidad didáctica, estos son los que le dirán al docente qué observar en aras de identificar en los estudiantes la construcción de conocimiento científico escolar. También debe prestársele especial cuidado al cambio en el lenguaje científico utilizado por los estudiantes, pues con la aplicación de la

unidad didáctica, también se les debe pedir a los estudiantes la realización de reportes, verbales y escritos, acerca de las actividades realizadas. En este tipo de actividades el docente debe estar atento al tipo de lenguaje utilizado para reportar e informar las actividades, estando presto a identificar, desde este aspecto, los cambios presentados lo cual evidencia la construcción de conocimiento científico escolar por parte de los estudiantes.

- ✓ El modelo de enseñanza de las ciencias que se implementa en los cursos de estequiometría, puede ser una de las causas por las cuales los estudiantes estén asumiendo una imagen deformada de lo que significa la actividad científica. Es necesario lograr un acuerdo básico en torno a aquello que debería evitarse, es decir, en torno a aquello que ha de ser rechazado con claridad como contrario a lo que puede entenderse, en sentido amplio, como aproximación científica al tratamiento de problemas. Una consideración explícita de estas deformaciones puede ayudar a cuestionar concepciones y prácticas asumidas acríticamente-transmitidas de un docente a otro sin juicio o análisis crítico- y a aproximarse a concepciones epistemológicas más correctas que, si son debidamente reforzadas, pueden incidir positivamente sobre la enseñanza de las ciencias. Algunas de las visiones deformadas que se transmiten acerca de la actividad científica en los cursos de estequiometría son (Mosquera, 2008): Visión descontextualizada, pues se trata muy superficialmente las complejas relaciones Ciencia-Técnica-Sociedad-Ambiente, esta visión considera la tecnología como mera aplicación de los conocimientos científicos, ignorando su papel en el propio desarrollo científico; Visión empiro-inductivista y a teórica, pues se resalta el papel de la observación y de la experimentación, e incluso el puro azar, olvidando el papel esencial de las hipótesis como focalizadoras de la investigación y de los cuerpos coherentes de conocimientos disponibles que orientan todo el proceso; Visión rígida, algorítmica e infalible, pues se presenta al Método Científico como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente, resaltando lo que supone tratamiento cuantitativo y olvidando- o incluso rechazando- lo que supone invención, creatividad, etc.; Visión a problemática y ahistórica, pues el hecho de transmitir conocimientos ya elaborados conduce muy a menudo a no mostrar cuáles fueron los problemas que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, etc., ni mucho menos aún, las limitaciones del conocimiento científico actual o las perspectivas abiertas (Fernández, 2002). Se pierde así de vista que, como afirma Bachelard (1993), todo conocimiento es la respuesta a una cuestión, a un problema, lo que dificulta captar la racionalidad del proceso científico. El análisis debe centrarse en descubrir cuáles son las prácticas docentes que refuerzan en los estudiantes visiones deformadas de la ciencia y cómo puede hacer para cambiar dichos procedimientos con miras a lograr visiones más humanas y

explicativas de la realidad. En este caso, el cambio debe empezar por el cuerpo docente (Furió, 2009).

- ✓ Investigaciones en esta línea están direccionadas a favorecer en los estudiantes cambios conceptuales que les signifique el fortalecimiento de competencias interpretativas, argumentativas y propositivas, enmarcadas en los cambios conceptuales que los estudiantes evidencien a lo largo de la intervención en el desarrollo de la unidad didáctica. Estrategias de este tipo necesitan de la complementación con estrategias que le ayuden a construir conocimiento, pues no se trata de intervenir al estudiante con una unidad didáctica que dura algunas semanas y luego terminar el curso de estequiometría según el modelo de enseñanza tradicional. Hay que tratar de innovar las prácticas educativas con miras a afectar positivamente la construcción de conocimientos en los estudiantes y que brinden una visión correcta de la ciencia y la tecnología. Es importante que los docentes tomen conciencia acerca de este tipo de situaciones y tratar de romper con los mismos paradigmas habituales de enseñanza de las ciencias, que por lo general son los mismos paradigmas que año tras año se han transmitido del docente a sus estudiantes y éstos, cuando llegan a ejercer la docencia, intentan hacerlo de la mejor manera y casi siempre optan por el modelo que utilizó con ellos el docente que mejor resultados obtuvo -según criterio propio-, aceptando así una especie de *impregnación educativa ambiental* sin hacer el más mínimo esfuerzo por reflexionar acerca del método que se emplea, su fundamento histórico, fundamento epistemológico, sus ventajas y sus desventajas.
- ✓ Con esta investigación se ha pretendido aportar al panorama científico nacional que investiga en la enseñanza de la Química, nuevos elementos acerca de la implementación de unidades didácticas de orientación constructivista en la enseñanza de la estequiometría, de cómo diseñarlas, como ejecutarlas y llevarlas a la práctica en el salón de clases. Este se perfila como un programa pionero en investigación de este tipo en la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira y en la Facultad de Educación de la misma universidad. El conocimiento y los precedentes que se determinen a partir de este trabajo se podrían implementar en investigaciones futuras en la misma área de formación pedagógica y en la misma rama de estudio de la Química.
- ✓ Se espera que a partir de este trabajo investigativo, se modifiquen positivamente las prácticas docentes de quienes imparten la materia de estequiometría y que esto refleje en los estudiantes un avance significativo en la construcción de los conceptos vistos durante este curso. También se pretende que se disminuya la deserción académica en esta materia y por lo tanto, los índices de deserción de los programas de Tecnología Química y Química Industrial. Socialmente tendremos un índice de estudiantes que





continúan sus estudios, más elevado y por consiguiente se afectará positivamente la sociedad en este sentido, pues más jóvenes optarán por continuar sus estudios universitarios. A partir de este trabajo de investigación se buscará la manera de diseñar las unidades didácticas para los temas que no se abordaron durante esta investigación, es decir, intentar lograr que toda la materia de estequiometría se imparta mediante la implementación de unidades didácticas.

## 8. RECOMENDACIONES

En relación con el fortalecimiento de la capacidad científica nacional es importante ir generando la idea de que los profesores de ciencias podemos hacer investigación en el salón de clase con la esperanza de que nuestras actitudes, conocimientos y prácticas como profesores podrían favorecer a los estudiantes que aprendan investigando e investiguen mientras aprenden. En este sentido se potenciaría la capacidad científica nacional pues se estaría favoreciendo una masa crítica de profesores investigadores en didáctica de las ciencias y se favorecería que niños y jóvenes en escuelas, instituciones educativas y universidades aprendan la ciencia, no solamente como una serie de conocimientos inconexos, sino que la vean como una alternativa de desarrollo intelectual, social, cultural y como una actividad interesante, retadora y motivante. La idea es que al replicar esta unidad didáctica para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas, otros profesores hagan inmersión en la innovación de sus clases.

La realización de futuras investigaciones en la didáctica de las ciencias naturales podría ayudar a consolidar una línea de investigación que procure darle al colectivo docente nuevas herramientas de análisis y de reflexión en torno a la didáctica que se emplea en los cursos de ciencias naturales. Los resultados de las investigaciones realizadas en esta línea, podrían favorecer a los docentes encargados de impartir los cursos básicos- y por qué no, algunos avanzados- de Biología, Química y Física en diferentes Facultades de la Universidad Tecnológica de Pereira. Esta línea de investigación deberá estar inscrita desde la Maestría en Educación y trabajará de la mano con los directores de los programas en mención, en busca de problemas de investigación que sean susceptibles de ser abordados desde la didáctica de las ciencias naturales como cuerpo de conocimiento.

Investigaciones futuras en la línea de didáctica de las ciencias naturales, deberán estar muy atentas a consolidar un cuerpo de conocimientos en torno a las ideas previas de los estudiantes, dado que son parte activa y fundamental del trabajo investigativo en enfoques constructivistas consolidados en programas-guía de actividades. Las ideas previas de los estudiantes se convierten en punto de partida del desarrollo de una unidad didáctica y tener total claridad acerca de las mismas se constituye en elemento indispensable en la elaboración de una propuesta correcta, acertada y pertinente para realizar investigaciones de este tipo. También debe tenerse total claridad acerca de la forma y los indicadores como se medirá la construcción de conocimiento científico escolar por parte de los estudiantes. Este tipo de enfoques investigativos hacen un énfasis marcado en que la evaluación de procesos escolares se realiza de forma continua, a lo largo de todo el desarrollo de la unidad didáctica y está enfocada a determinar las dificultades que poseen los estudiantes para avanzar en la construcción de su conocimiento científico

escolar, de manera que debe hacerse un giro significativo en la forma de evaluar los cursos cuando se trabajan por medio de unidades didácticas.

Deben impulsarse futuras investigaciones que se consoliden en la realización de unidades didácticas para la enseñanza de los diferentes temas en las ciencias naturales como la Física, la Química y la Biología. En el caso de la estequiometría, la unidad didáctica producto de esta investigación es sólo para uno de los temas que se tratan a lo largo del curso, de forma tal que sería algo desfasado que un mismo curso se aborde, en una parte por medio de orientaciones constructivistas, y por otra, por medio de orientaciones tradicionales. Debe procurarse consolidar la totalidad del curso en programas-guía de actividades y realizar un seguimiento detenido y objetivo de los resultados obtenidos al aplicar enfoques de este tipo.

Realizar investigaciones en didáctica de las ciencias naturales en algunas de las siguientes líneas de investigación: Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, el papel de las concepciones alternativas en el aprendizaje de las ciencias, el papel de las estrategias científicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, la resolución de problemas de lápiz y papel, la fundamentación teórica de un modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación, las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Medio Ambiente, la evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, las actitudes de los alumnos y alumnas hacia la ciencia y su aprendizaje, investigaciones sobre temáticas transversales en la educación científica: Educación Ambiental y Educación para la Salud, la relación entre Historia y Epistemología de las Ciencias y enseñanza de conceptos científicos, la secuenciación y organización de los contenidos basada en estructuras de enseñanza problematizada, la preparación de programas de actividades para dar al aprendizaje de los estudiantes la orientación de una investigación orientada, la formación del profesorado como cambio didáctico, a partir de las concepciones docentes "espontáneas" y el diseño de programas de formación inicial y permanente del profesorado de ciencias de Educación Secundaria.

## BIBLIOGRAFIA

Astolfi, Jean Pierre. Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas: Referencias, definiciones y bibliografías de didáctica de las ciencias. España. Diada Editora S.L., 2001.

Ausubel, David P. Novak, Joseph D. Hanesian, Helen. Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2a ed. México: Editorial Trillas, S.A de C.V., 1986

Bachelard, G. La formación del Espíritu Científico: contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo. 19ª ed. México: Siglo XXI editores s.a. 1993.

Brock, William H. Historia de la Química. Madrid. Editorial Alianza Editorial S.A. 1992. ISBN: 842062912X.

Calatayud Aleixandre, M.L. Carbonell Gisbert, F. Carrascosa Alís, J. Furió Mas, C.J. Gíl Pérez, D. Grima Rojas, J. Hernández Pérez, J. Martínez Torregrosa, J. Payá Peris, J. Ribó Canut, J. Solbes Matarredona, J. Vilches Peña, A. La construcción de las ciencias físico-Químicas. Programas-guía de trabajo y comentarios para el profesor. Seminario de Física y Química. Servicio de Formación Permanente. Universidad de Valencia. España. 1990.

Cátedra ICFES. Agustín Nieto Caballero. 2003. Cali. Educación y Formación del Pensamiento Científico. 1ª edición. Editor Alfonso Claret Zambrano Ch.

Coll, Cesar, Palacios, Jesus y Marchesi, Alvaro. Desarrollo Psicológico y Educación: Psicología de la Educación escolar. Madrid. 1992. Alianza editorial. Vol. 2. ISBN: 9788420686851.

Couso Digna, Badillo Edelmira, Perafán E Gerardo Andrés, Adúriz-Bravo Agustín. 2005. Unidades Didácticas en Ciencias y Matemáticas. Bogotá. Cooperativa editorial Magisterio.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Física, Química, Biología y Geología) de la Universidad Complutense de Madrid. (Consultado a octubre de 2009)

<http://www.ucm.es/centros/webs/d351/index.php?tp=Investigación&a=invest&d=16585.php>

Didáctica de la Química y Vida Cotidiana. (Consultado a octubre de 2009)

<http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Inicio.htm>

Elejabarrieta, F.J, Iñiguez L. Construcción de Escalas de Actitud tipo Thurst y Likert. Universidad Autónoma de Barcelona. 1984

Fernández, Isabel, Gil, Daniel, Carrascosa, Jaime, Cachapuz, António y Praia, João. Visiones deformadas de la Ciencia Transmitidas por la Enseñanza en Enseñanza De Las Ciencias. 2002. Vol. 20 (3). Pág. 477-488.

Furió Más Carles, Furió Gómez Cristina. ¿Cómo diseñar una secuencia de enseñanza de ciencias con una orientación socio constructivista? En: Educación Química: Junio de 2009. Vol.20, N° extraordinario, p.246-251.

García G, J.J. La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la Química. En: Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas. 2000. Vol.18. N°1, p 113-129.

G. Pinto, C. Castro y J. Martínez. Química al alcance de todos. Segunda Edición. Madrid, España. Pearson Education S.A. 2006.

Gil Pérez, D. ¿Qué Hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica). En: Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas. 1991. Vol. 9. N°1, p 69-77.

Gil, D. Carrascosa, J. Furió, C. Martínez, J. La Resolución de problemas: Causas del fracaso generalizado de los alumnos y propuestas alternativas. En: La Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Universidad de Barcelona. Cap. II. 1991. p. 41-54.

Gil, D. Carrascosa, J. Furió, C. Martínez, J. El aprendizaje de conocimientos teóricos. En: La Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Universidad de Barcelona. Cap. III. 1991. p. 55-72.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Documentación. Presentación de Tesis, Trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Bogotá D.C. 2008.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Referencias bibliográficas. Contenido, Forma y Estructura. NTC 5613. Bogotá D.C. 2008.

Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES. Evaluación Por Competencias, Biología, Química y Física. Evolución de las Pruebas de Estado. Bogotá. Cooperativa editorial Magisterio. 2004.



La ciencia es Divertida (Consultado a octubre de 2009)

<http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2001/ciencia/index.html>

Lerma González, Héctor Daniel. Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009. 190p.

Lerma González, Héctor Daniel. Presentación de informes. El documento final de investigación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2003. 88p.

Marín Villada, Fabio. Elementos de Estequiometría. Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira. 1991.

Ministerio de Educación Nacional. Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden. Bogotá D.C. Mayo de 2006. Colombia.

Mosquera Suarez, Carlos J. Análisis Histórico y Epistemológico de las representaciones simbólicas y la terminología química-Implicaciones didácticas de orientación constructivista. Bogotá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Centro de Investigaciones y Desarrollo científico. 2000.

Mosquera Suarez, Carlos J. Conceptos Fundamentales de la Química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado. Bogotá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2003.

Mosquera Suarez, Carlos J. Material de apoyo del seminario fundamentación y Conocimiento de las Didácticas. Pereira, 2008.

Orlik Yuri. Química. Métodos activos de enseñanza y Aprendizaje. Mexico. Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V. 2002.

Peña Gómez, L.Y. Sánchez de Escobar, M. Fernández Rincón, M.E. Química I Edición para el Docente. Bogotá D.C. Editorial Santillana. 2002. ISBN 9582406305

Perales Palacios, Francisco J. Cañal de león, Pedro. Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. España. Editorial marfil. 2000. ISBN 84-268-1051-9.

Portal de ciencias experimentales de la Universidad Complutense de Madrid. (Consultado a octubre de 2009). <http://www.ucm.es/info/diciex/programas/>

Pozo, M. Juan I., Gómez, C, Miguel Ángel. Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. España : Ediciones Morata, S.A., 1998.

Pozo, M. Juan I. Teorías cognitivas del aprendizaje 4a ed. España: Ediciones Morata, S.A., 1996.

Pozo, Juan Ignacio et al. Nuevas Formas de Pensar la enseñanza y el Aprendizaje. Las Concepciones de profesores y alumnos. 1ª edición. Barcelona. Editorial GRAÓ. 2006.

Salcedo Torres, L.E. Villareal Hernández, M.E. Zapata Castañeda, P. Rivera Rodríguez, J.C. Colmenares Gulumá, E. Moreno, Romero, S.P. Las Prácticas de laboratorio en la enseñanza de la Química en Educación Superior. En: Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas. 2003. N° extra. p.1-5.

Sánchez Blanco, G. De Pro Bueno, A. Valcárcel Pérez, M.A.V. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: El estudio de las disoluciones en la educación secundaria. En: Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas. Marzo de 1997.Vol. 15. N°1, p.35-50.

Sanmartí Neus. La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En: Digna Couso, Edelmira Badillo, Gerardo Andrés Perafán E, Adúriz-Bravo Agustín. 2005. Unidades Didácticas en Ciencias y Matemáticas. Bogotá. Cooperativa editorial Magisterio. p.13-58.

Seminario Introducción a La Investigación en Didáctica de las Ciencias. (1:10-11, julio, 2009: Pereira, Colombia). Memorias. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.

Tamayo Alzate, Oscar Eugenio. Caracterización general de la didáctica de las ciencias. En: Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Manizales. Universidad de Caldas. 2009. p. 29-48.

Tamayo Alzate, Oscar Eugenio. Aspectos epistemológicos, pedagógicos y curriculares en la enseñanza de las ciencias. En: Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Manizales. Universidad de Caldas. 2009. p. 49-61.

Toro, M.A. Serrano, Emilio. Resolución de Problemas: Estequiometría y mapas conceptuales. En: Investigación educativa. Educación Química. Vol. 14, N° 1, p, 17-20.

Vasco U, Carlos E. Ciencias, racionalidades y medio ambiente. 1ª edición. Bogotá. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 2006.

## ANEXOS

Anexo A. Test de Likert. Instrumento utilizado para determinar la actitud de los estudiantes frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.

Anexo B. Instrumento utilizado para determinar los conocimientos previos de los estudiantes del curso, frente a los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas.

Anexo C. Instrumento para determinar cambios en los conceptos de los estudiantes de Estequiometría después de la aplicación de la Unidad Didáctica.

Anexo D. Unidad didáctica para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de estequiometría. Programa-guía de trabajo y comentarios para el profesor.